Diplomarbeit

vorgelegt zur Erlangung des Grades eines Diplom-Geografen an der Fakultät für Geowissenschaften der Ruhr-Universität Bochum

Ökologische und vegetationskundliche Untersuchungen an urban-industriellen Vorwäldern im Ruhrgebiet

von

Peter Gausmann

Referent: **Prof. Dr. T. Schmitt**
Koreferent: **Prof. Dr. H. E. Haeupler**

Bochum, Januar 2006

Inhaltsverzeichnis Seite

Inhaltsverzeichnis **Seite**

Verzeichnis der Abbildungen

Verzeichnis der Abbildungen

Verzeichnis der Abbildungen

Verzeichnis der Abbildungen

Verzeichnis der Abbildungen

Verzeichnis der Tabellen

1. Einleitung

Das Ruhrgebiet als einer der größten industriellen Ballungsräume der Erde war bis Ende der 1970er Jahre weitgehend von der Montanindustrie (Kohle-, Eisen- und Stahlindustrie) geprägt (GLÄßER, SCHMIED & WOITSCHÜTZKE 1997). Die Steinkohlenkrise Ende der 1950er Jahre und die Stahlkrise Mitte der 1970er Jahre hatten eine Reihe von Bergwerks- und Stahlwerksschließungen zur Folge und waren sichtbare Signale für den notwendig gewordenen Strukturwandel. Seitdem sind im Ruhrgebiet große Flächen der ehemaligen Montanindustrie brachgefallen, d. h. es findet keine industrielle Nutzung mehr auf ihnen statt. Nach einer Schätzung des Kommunalverbandes Ruhrgebiet (heute Regionalverband Ruhrgebiet) gab es Mitte der 1980er Jahre etwa 6000 ha Industriebrachen im Ruhrgebiet (REISS-SCHMIDT 1988). WEISS (2003) beziffert die Größe der im Ruhrgebiet derzeit ungenutzten Flächen aus der Montanindustrie auf ca. 10 000 ha, auf denen keine industriellen Aktivitäten mehr stattfinden. Bei der Bereitstellung eines solch enormen Freiraumpotentials stellt der Mangel an "öffentlichen Finanzmitteln für Altlastenbeseitigung, Aufbereitung und Erschließung" (REBELE & DETTMAR 1996) ein grundlegendes Problem dar. Kommunen, Behörden und Städteplaner, die versuchen, solche Flächen wieder zu "recyclen" bzw. zu reaktivieren und in eine neue Nutzung zu überführen, sehen sich daher einer Vielzahl von Entscheidungen gegenübergestellt. Dabei ist Renaturierung, d. h. die Überführung in einen naturnäheren Zustand, nur eine von vielen Möglichkeiten. Ein Großteil dieser Flächen befindet sich heute im Besitz der Landesentwicklungsgesellschaft (LEG) NRW und sind Teil des Grundstücksfonds NRW.

Mit der aufkommenden Frage nach der weiteren Entwicklung der entstandenen Restflächen wurde als letztes Projekt der Internationalen Bauausstellung (IBA) Emscherpark im Jahre 1995 ein Versuch gestartet, solche Flächen auch im Zuge einer ökologischen Langzeituntersuchung (Monitoring) zu beobachten. Im "Projekt Industriewald Ruhrgebiet", welches aktuell von der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF) in Zusammenarbeit mit dem Forstamt Recklinghausen betreut wird, werden auf sechs ausgewählten Daueruntersuchungsflächen (permanent plots) vegetationskundliche, bodenkundliche und bodenfaunistische sowie waldstrukturelle Untersuchungen durchgeführt. Das gesamte Projekt umfasst heute zwölf Waldflächen im Ruhrgebiet mit einer

Gesamtfläche von 244 ha (WEISS et al. 2005). Die so gewonnenen Daten sollen Informationen bezüglich Zeitdauer und Verlauf der Sukzession liefern, dies jedoch nicht repräsentativ, um allgemeingültige Aussagen zu treffen, sondern Szenarien zu entwickeln, wie und in welchen Zeiträumen Sukzession auf solchen Restflächen ablaufen kann. Eines der Ziele dieser Sukzessionsforschung ist dabei auch zu beobachten, welche Arten von Wäldern und Biozönosen sich im Verlauf der Sukzession entwickeln, welche Baumarten sich dabei durchsetzen und was für Qualitäten solche neu entstandenen Lebensräume und Lebensgemeinschaften haben, oder ob es zur Angleichung an bereits bekannte Ökosysteme kommt (WEISS 2003). Durch das Zusammenspiel zwischen "künstlichem" Standort und "natürlicher" Entwicklung ergeben sich neue ökologische Nischen, insbesondere für eine Vielzahl gebietsfremder Holzgewächssippen (KEIL & LOOS 2003). Diese neu entstandenen "Industriewälder" werden nun zum Gegenstand stadt- und landschaftsökologischer Forschung, auch wenn ihnen in stadtökologischen Projekten eine eher untergeordnete Beachtung geschenkt wird (DOHLEN & SCHMITT 2003). Auch blieb bislang eine befriedigende pflanzensoziologische Bearbeitung dieser Bestände, welche als Planungsgrundlage für Raumplanung und Naturschutz dienen kann, auf Grund ihrer oft sehr ausgeprägten Heterogenität aus. So begründet sich ihre Klassifikation bislang weitgehend auf dem Faktor "Industriestandort", deshalb werden diese Wälder heute auch als "Postindustriewälder" (WEISS & SCHÜTZ 1997), "Industriewälder" (WEISS 2003), "ruderale Wälder" (KOWARIK 1995a) oder als "urban-industrielle Wälder" (KOWARIK 1995a sowie KOWARIK 2005) bezeichnet.

Ungeachtet dessen sind sich die an der Untersuchung dieser Wälder beteiligten Wissenschaftler in dem Punkt einig, dass sie hinsichtlich vieler Aspekte wichtige ökologische und soziale Funktionen einnehmen. So wirken sie sich z. B. günstig auf die meso- und makroklimatischen Verhältnisse aus. Stadtnahe Wälder können nämlich als Frischluftquellen fungieren, indem sie über Flurwindsysteme Kühle in die Stadt hineintragen und so positive Effekte auf das Stadtklima bewirken (HÄCKEL 1993). Als "grüne Lunge" filtern sie Schadstoffe und Stäube aus der Luft und wirken lärmreduzierend (DOHLEN & SCHMITT 2003). Gleichzeitig binden sie durch Assimilation das klimarelevante Treibhausgas CO_2 im Holz, wobei die so produzierte Biomasse als alternative Energiequelle für Biomassen-Heizwerke genutzt werden kann, entsprechend der Bonität des Holzes (SCHERZINGER 1996). Auch die

sogenannten Sozialfunktionen des Waldes (Schutz- und Erholungsfunktion) gehören zu den Funktionen urban-industrieller Wälder. Auf der vom Regionalverband Ruhrgebiet (RVR) initiierten und mittlerweile gut bekannten "Route der Industrienatur", wo diese Wälder der Bevölkerung Raum für die Naherholung im ohnehin grünflächenarmen Ruhrgebiet bieten, soll der Bevölkerung diese "Natur aus zweiter Hand" näher gebracht werden, die Industrienatur dient als Erlebnis. Dadurch können Industriewälder den auf den Stadtwäldern lastenden Erholungsdruck abmindern. In der Umweltpädagogik haben diese Industriewälder als "grünes Klassenzimmer" die Funktion, den Schulklassen Informationen über das Ökosystem Wald zu vermitteln (DETTMAR 2005). So findet sich z. B. auf dem Gelände der ehemaligen Zeche "Rheinelbe" in Gelsenkirchen-Ückendorf eine eigens zu diesem Zweck eingerichtete Forststation, wo ein ausgebildeter Forstangestellter betreute Führungen für Schulklassen übernimmt.

Zwar stellen auch die Industriewälder auf Grund ihrer häufig isolierten Lage im innerstädtischen Bereich echte Habitatisolate dar, jedoch bildet das Konzept der Regionalen Grünzüge gewissermaßen das Fundament eines zusammenhängenden Vegetationsnetzes (FEIGE & KRICKE 2002). Diese sieben im Ruhrgebiet in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Grünzüge, welche eine Vielzahl von Industriebrachen - und damit auch Industriewäldern - in ihrer Fläche vereinen, haben die wichtige ökologische Funktion, als Trittsteinbiotope (stepping stones) Lebensräume zu vernetzen und damit mobilen Arten (v. a. aus der Fauna) das Wandern zu ermöglichen sowie einen genetischen Austausch zwischen Populationen zu ermöglichen (REBELE & DETTMAR 1996). Ferner dienen sie Flora und Fauna als Refugien und Ausbreitungszentren (DOHLEN & SCHMITT 2003). Mitunter können sie sogar eine Anzahl seltener Arten beherbergen (REBELE & DETTMAR 1996; GAUSMANN et al. 2004) und eine Ausweisung als Naturschutzgebiet erfahren (z. B. NSG "Alma"). Umso erstaunlicher erscheint es, dass diese Industriewälder trotz der bereits erwähnten Vielzahl wichtiger Funktionen bis heute nicht in der Flächenstatistik des Landes NRW berücksichtigt werden. Das Land Nordrhein-Westfalen ist zu 24,8 % mit Waldfläche bedeckt (RVR 2004), jedoch sind in diesem Wert die urban-industriellen Wälder nicht enthalten.

2. Fragestellung

Ausgehend von der Mosaik-Zyklus-Hypothese, wonach die Entwicklung eines mitteleuropäischen Waldes von der Pionier- bis zur Zerfallsphase bis zu 800 Jahre dauern kann (SCHERZINGER 1996), steht die Sukzessionsforschung auf Industriebrachen noch am Anfang, und zu Recht werden die sich bereits entwickelten Waldbestände heute als "Vorwälder" oder "Pionierwälder" bezeichnet. Da der Zeitpunkt des Brachfallens der ehemals industriell genutzten Flächen im Ruhrgebiet in den meisten Fällen deutlich weniger als 100 Jahre zurückliegt, ist eine Beantwortung der Frage, welche Waldgesellschaften sich als Klimax auf diesen Flächen einstellen werden, zur gegenwärtigen Zeit noch nicht möglich. Hier können nur auf lange Zeit angesetzte Dauerquadratbeobachtungen - wie sie im Projekt "Industriewald Ruhrgebiet" durchgeführt werden - wichtige Hinweise liefern. Da Überlegungen zu dieser Frage mangels älterer Halden und Brachen derzeit nur Spekulation bleiben (HAEUPLER 1992), soll mit dieser Diplom-Arbeit eine Zwischenbilanz erstellt werden, inwiefern die Sukzession in Richtung der entwickelten Szenarien verläuft. Da die neu entstandenen Pflanzengemeinschaften in ihrer Artenzusammensetzung mitunter sehr heterogen sind, soll auch untersucht werden, ob diese Industriewälder das Produkt der ebenfalls sehr heterogenen standörtlichen Verhältnisse darstellen, ob die verschiedenen Geofaktoren Einfluss auf die Ausbildung dieser Vorwälder haben und ob sich diese Wälder in einer bestimmten Weise typisieren lassen, sei es nun auf Grund ihrer Soziologie oder Ökologie. Desweiteren soll auch untersucht werden, ob diese Industriewälder des Ruhrgebietes regionaltypische floristische Merkmale aufweisen, die sie von urban-industriellen Wäldern anderer Ballungsräume wie z. B. dem Berliner Raum unterscheiden.

Als ein Geofaktor beeinflusst das Klima in hohem Maße die Verbreitung von Pflanzensippen und Pflanzengesellschaften (WALTER 1986). Das im Ruhrgebiet vorherrschende, wärmere Stadtklima wirkt sich günstig auf die Wuchsbedingungen thermophiler Pflanzensippen aus, ganz gleich, ob diese nun gepflanzt sind oder vom Menschen unbeabsichtigt eingeführt wurden (WITTIG 1991). Der sich rezent abzeichnende Klimawandel (Global Change) und die damit verbundene Temperatur-zunahme bewirken zusätzliche Synergieeffekte. Die daraus resultierende Zunahme von wärmeliebenden Pflanzensippen in der Stadtflora und –vegetation wird

seitdem registriert und dokumentiert (z. B. KOWARIK & BÖCKER 1984, SUKOPP & WURZEL 2003). Weil viele dieser Ausbreitungen ihren Anfang in Süddeutschland nahmen und sich heute nach Norddeutschland fortsetzen (z. B. *Paulownia tomentosa*, *Quercus cerris*), lassen sich Vermutungen über eine Klimaerwärmung als durchaus begründet ansehen. Die Untersuchung über Häufigkeit, Verbreitung und thermische Standortverhältnisse wärmeliebender Gehölzsippen ist daher ein weiterer Aspekt dieser Diplom-Arbeit, auch unter der Fragestellung, inwiefern sich daraus Rückschlüsse über klimatische Trends ableiten lassen. Um dabei auch regionale Unterschiede herauszustellen, wurden die Untersuchungen in einem ca. 100 km langen Transekt vom westlichen Ruhrgebiet (Duisburg) bis ins östliche Ruhrgebiet (Kamen) durchgeführt.

3. Untersuchungsgebiet

3.1. Naturräumliche Einordnung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von Duisburg-Meiderich im Westen bis Kamen im Osten (s. Abb. 1) und umfasst - wie auch das Ruhrgebiet selbst - mehrere naturräumliche Einheiten: Das Niederrheinische Tiefland (Mittlere Niederrheinebene, Niederrheinische Sandplatten) sowie die Westfälische Tieflandsbucht bzw. Münsterländer Kreidebecken (Emscherland, Westernhellweg, Hellwegbörde).

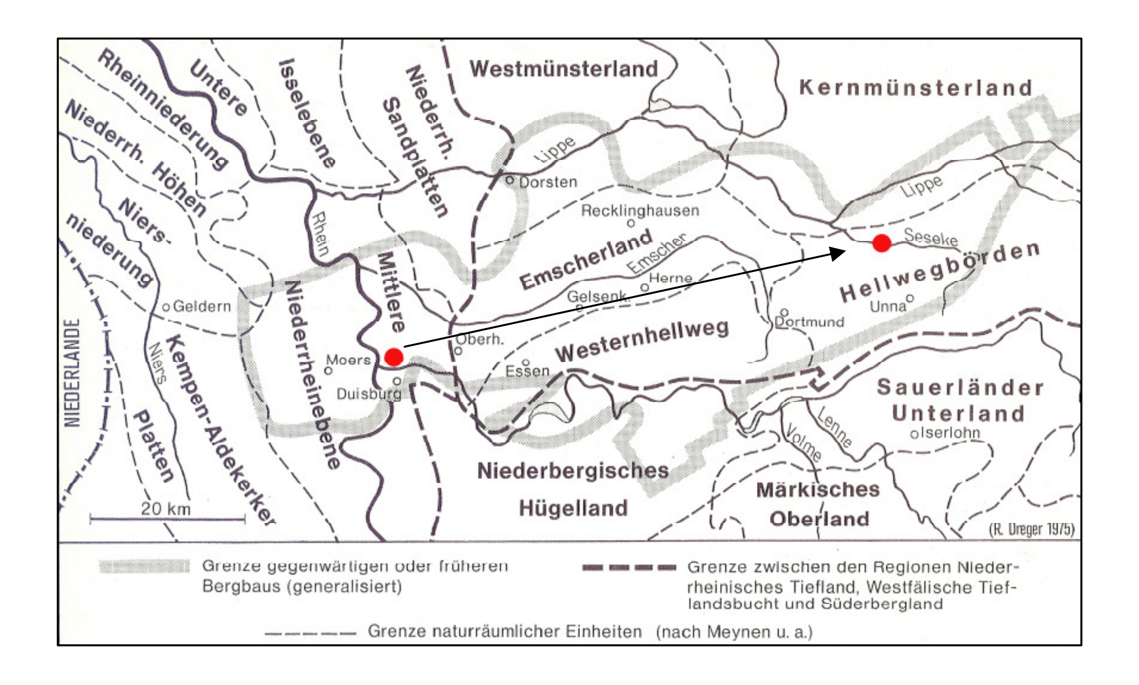


Abb. 1: Naturräume des gewählten Transektes (nach DEGE 1983; verändert)

3.2. Klima des Untersuchungsgebietes

Makroklimatische Verhältnisse

Das Klima der zwischen 40-60° nördlicher Breite gelegenen Feuchten Mittelbreiten, welche große Teile West-, Mittel- und Osteuropas umfassen, ist durch einen ausgesprochen saisonal differenzierten Jahresgang der Temperatur gekennzeichnet (SCHULTZ 1995). Wie auch andere Ökozonen liegen die Feuchten Mittelbreiten in der Außertropischen Westwindzone, für die Fröste charakteristisch sind. Diese entstehen u. a., wenn äquatorwärts fließende Kaltluft aus polnahen Regionen die Lufttemperaturen in Bodennähe absinken lassen. Der ausgeprägte thermische Jahreszeitenwechsel, der für die Feuchten Mittelbreiten charakteristisch ist, lässt eine Differenzierung in vier Jahreszeiten (Frühling, Sommer, Herbst, Winter) zu. Hierbei sind warmer und kühler Periode längere Übergangsjahreszeiten (Frühling und Herbst) eingeschoben. Nur der Sommer ist durchweg völlig frostfrei, im Frühling können Spätfröste und im Herbst frühe Fröste auftreten. Beide können an der Vegetation zu erheblichen Schäden führen, nämlich dann, wenn die Pflanzen noch keine Frostabhärtung erworben haben (SCHULTZ 1995). Die Jahresmitteltemperaturen liegen zwischen 6° und 12° C.

Innerhalb der Feuchten Mittelbreiten bestehen große regionalklimatische Unterschiede, welche sich aus einem Ozeanitäts-/Kontinentalitäts-Gradienten ergeben. Diese haben enormen Einfluss auf die Vegetationsperiode, die in hochkontinentalen Lagen nur halbjährig, in ozeanisch beeinflussten küstennahen Lagen sogar ganzjährig sein kann (SCHULTZ 1995).

Regionalklimatische Verhältnisse

Der Untersuchungsraum liegt weitgehend im (kühl)gemäßigten, ozeanischen (= maritimen) bzw. atlantischen und subatlantischen Klimabereich und umfasst ausschließlich die planare Stufe. Typisch ist das Auftreten atlantischer Großwetterlagen mit Durchzug von Zyklonen aus westlichen Richtungen, welche oft mit hohen Niederschlagssummen verbunden sind, sowie in den Wintermonaten mit der Zufuhr wärmerer Atlantikluft, die im Sommer allerdings zur Abkühlung führen kann (HAEUPLER et al. 2003). Die Westfälische Tieflandsbucht mit Jahresmitteln der Temperatur von über 9 °C ist relativ wintermild und sommerwarm. Das Rheintal und der bis etwa nach Dortmund reichende sogenannte "atlantische Klimakeil" mit über

10°C mittleren Tagesmittel der Lufttemperatur pro Jahr sind dagegen noch wärmer (HAEUPLER et al. 2003; s. Abb. 2).

Der "atlantischen Klimakeil" zeichnet sich durch sehr milde Winter und entsprechend gemäßigte Sommer mit hohen Niederschlägen aus. Das Steineichen (*Quercus ilex*) in Bochumer Gärten ohne Schutz gedeihen und die Araukarie (*Araucaria araucana*) in vielen Vorgärten in üppigen Exemplaren zu finden ist, stellt einen eindrucksvollen Indikator für diese Klimaverhältnisse dar (HAEUPLER 1992).

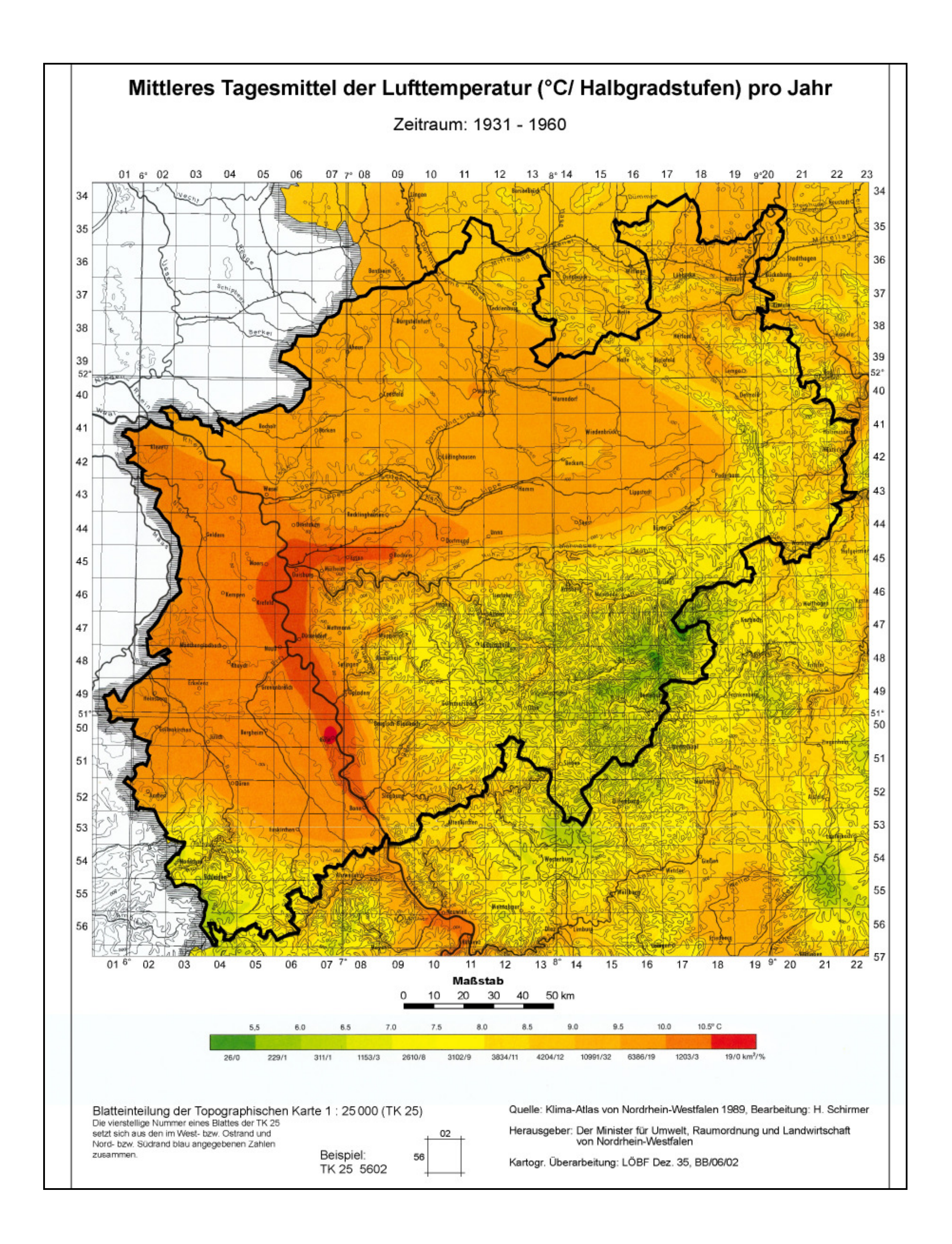


Abb. 2: Karte der thermischen Verhältnisse in Nordrhein-Westfalen (nach HAUPLER et al. 2003)

3.3. Potentielle natürliche Vegetation des Untersuchungsgebietes

Ohne den Einfluss des Menschen wäre Nordrhein-Westfalen bis auf Extremstandorte (z. B. Felspartien, Gewässer, Moore) vollständig bewaldet (VERBÜCHELN 1995). In Abhängigkeit von den jeweiligen abiotischen Standortfaktoren eines Gebietes lässt sich für jeden Standort diejenige Waldgesellschaft angeben, welche sich einstellen würde, wenn der Einfluss des Menschen nicht mehr gegeben wäre – die sogenannte Potentielle natürliche Vegetation (VERBÜCHELN 1995). Die Potentielle natürliche Vegetation (PnV) des Untersuchungsgebietes setzt sich – in Korrelation zu den vorherrschenden Boden- und Substrattypen – aus verschiedenen Waldgesellschaften zusammen (s. Abb. 3). Im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes bildet ein Birken-Eichenwald (*Betulo-Quercetum*) oder ein Tieflands-Buchenwald vom Typ des Geißblatt-Buchenwaldes (*Periclymeno-Fagetum* nach POTT 1995) die PnV auf den pleistozänen Terassensanden des Rheins und den daraus entstandenen Podsol-Böden bzw. podsolierten Braunerden. Auf den aus kreidezeitlichen Emschermergeln entstandenen Pseudogley-Böden würde die PnV von einem Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) gestellt werden, in der mit Löss bedeckten Börde des Westenhellwegs und den daraus entwickelten Parabraunerden bzw. Brauerden würde die mesotraphente Waldgesellschaft des Flattergras-Buchenwaldes (*Milio-Fagetum*) stocken (s. Abb. 3).

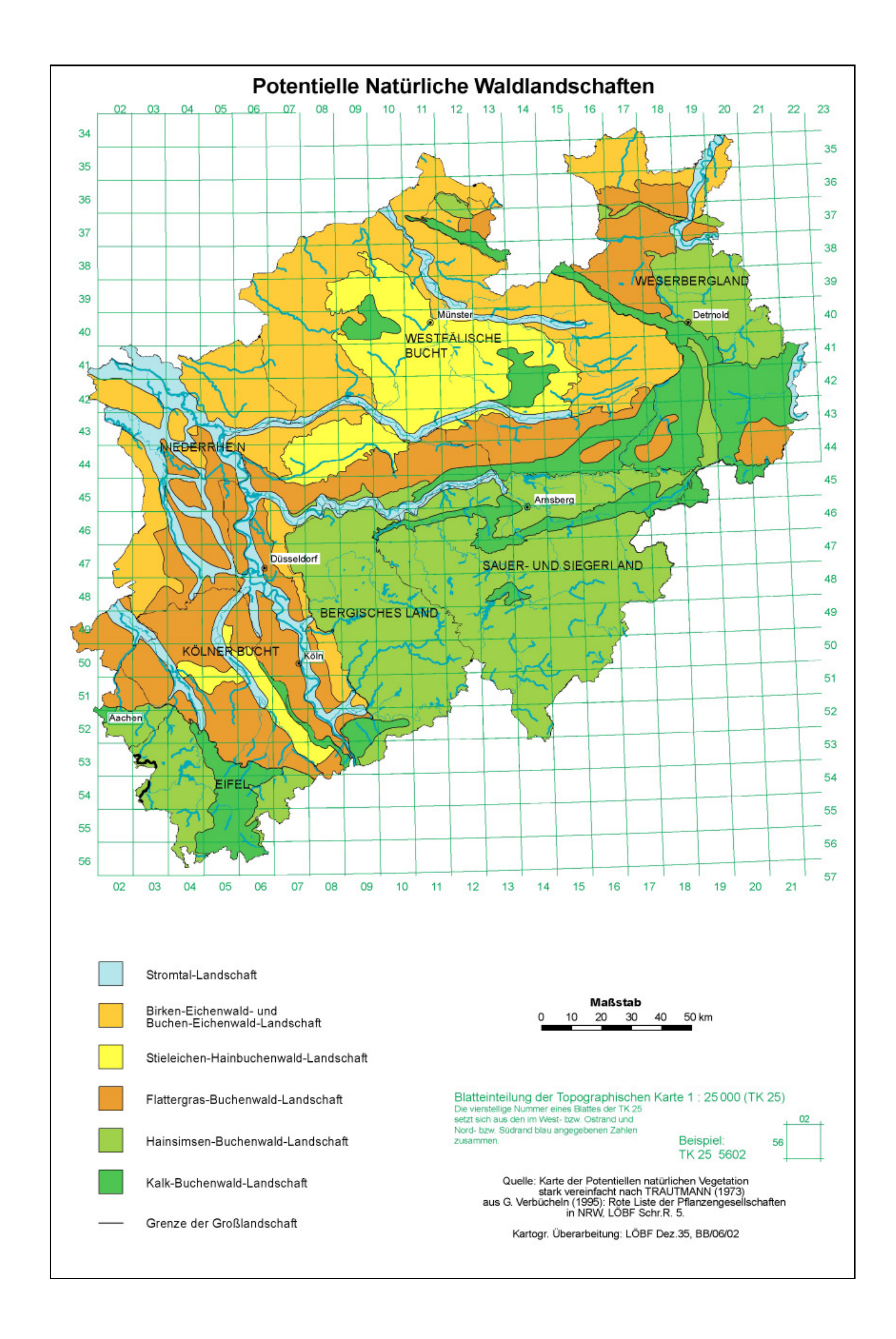


Abb. 3: Karte der Potentiellen natürlichen Waldlandschaften (= PnV) in Nordrhein-Westfalen (nach HAEUPLER et al. 2003)

4. Material und Methoden

4.1. Auswahl der Untersuchungsflächen und Standorte

Untersucht wurden ausschließlich brachgefallene Flächen der Montanindustrie (Kohle-, Eisen- und Stahlindustrie), auf denen keine industrielle Nutzung mehr stattfindet und auf denen sich eine spontane Pionierwaldvegetation eingestellt hat (s. Abb. 4). Die Flächen mussten also eine gewisse Maturität aufweisen, da sich auf vielen jüngeren Industriebrachen bislang noch keine Pionierwälder ausgebildet haben. Dabei wurden drei im Zuge der ökologischen Begleitforschung des Projektes "Industriewald Ruhrgebiet" gut untersuchte Flächen im mittleren Ruhrgebiet (Zeche "Alma", Zeche "Rheinelbe", und Zeche "Zollverein"- Schachtanlage XII) einbezogen. Wichtige Hinweise auf geeignete Flächen lieferten auch die Informationsbroschüren des damaligen Kommunalverbandes Ruhrgebiet (KVR) über die "Route der Industrienatur". Desweiteren wurden Luftbildaufnahmen des KVR ausgewertet, um auf den Industriebrachen auftretende Waldstrukturen im Vorfeld zu erkennen und damit die Auswahl der in Frage kommenden Flächen einzugrenzen. Die Auswahl der Untersuchungsflächen im westlichen Ruhrgebiet (Duisburg, Oberhausen) erfolgte in Zusammenarbeit mit der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet. Eine Übersicht über alle Untersuchungsflächen geben Tab. 1 und Abb. 5.



Abb. 4: Spontan aufgewachsener Pionierwald zwischen stillgelegten Hochofenanlagen im Landschaftspark Duisburg-Nord

Tab. 1: Übersicht über die Untersuchungsflächen

Untersuchungsfläche	Industrie-zweig	Jahr der Still-legung	Anzahl der Vegetations-aufnahmen	Teil der "Route Industrie-natur"	Projekt "Industrie-wald Ruhrgebiet"
Landschaftspark DU-Nord (Duisburg)	Stahl	1985	5	X	-
Sinteranlage DU-Beek (Duisburg)	Stahl	1984	3	-	-
Zeche Sterkrade (Oberhausen)	Kohle	1931	6	-	-
Hausmannsfeld (Oberhausen)	Kohle	1930	4	-	-
Zeche Vondern (Oberhausen)	Kohle	1932	7	X	-
Zeche und Kokerei Zollverein XII (Essen)	Kohle	1986	18	X	X
Zeche Graf Bismarck I/IV (Gelsenkirchen)	Kohle	1966	3	-	X
Zeche und Kokerei Alma (Gelsenkirchen)	Kohle	1963	20	-	X
Zeche und Kokerei Rheinelbe (Gelsenkirchen)	Kohle	1928	17	X	X
Zeche Hannover (Bochum)	Kohle	1973	1	X	-
Westpark / Jahrhunderthalle (Bochum)	Stahl	1991	6	X	-
Zeche Lothringen III/IV (Bochum)	Kohle	1967	3	X	-
Zeche Pluto VII (Herne)	Kohle	1976	7	-	-
Zeche Mont-Cenis III (Herne)	Kohle	1978	3	-	-
Zeche Constantin der Große IV/V (Herne)	Kohle	1967	4	-	-
Zeche Friedrich der Große (Castrop-Rauxel)	Kohle	1978	3	-	-
Zeche Victor III/IV (Castrop-Rauxel)	Kohle	1973	5	X	X
Zeche Monopol (Kamen)	Kohle	1983	5	-	-
∑ 18			**∑ 120**	**∑ 8**	**∑ 5**

Das Substrat der Untersuchungsflächen bzw. Standorte musste die Bedingung erfüllen, anthropogen überformt worden zu sein, d. h. es musste vom natürlichen Ausgangssubstrat der jeweiligen Naturräume (z. B. alluviale Rheinsande, Emschermergel, Löss) abweichen. Die durch industrielle Aktivitäten freigesetzten Substrate setzten sich sowohl aus technogenen Substraten (z. B. Bauschutt, Schlacken, Kokereischlamm) als auch aus naturnahen Substraten (Berge, Kalkschotter, Basaltschotter) zusammen (s. Abb. 6). Bei den vorherrschenden Böden handelte es sich in erster Linie um noch wenig entwickelte Böden wie Lockersyroseme und Regosole.

Um möglichst genaue Untersuchungen über die Sukzession durchzuführen wurden ausschließlich spontan entstandene Pflanzenbestände erfasst, auch wenn vereinzelt kultivierte Sippen als Relikte ehemaliger Anpflanzungen auftraten.

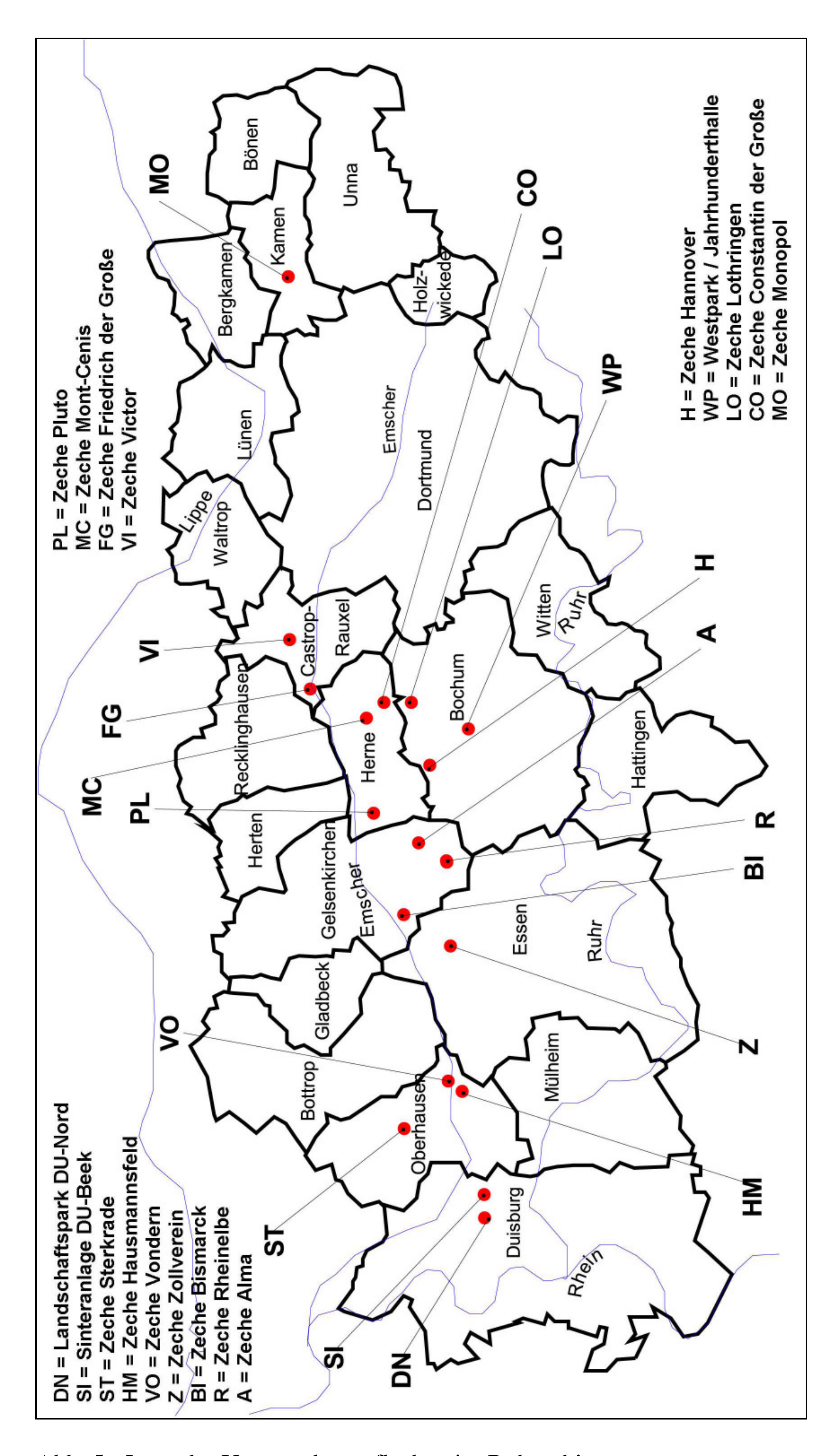


Abb. 5: Lage der Untersuchungsflächen im Ruhrgebiet

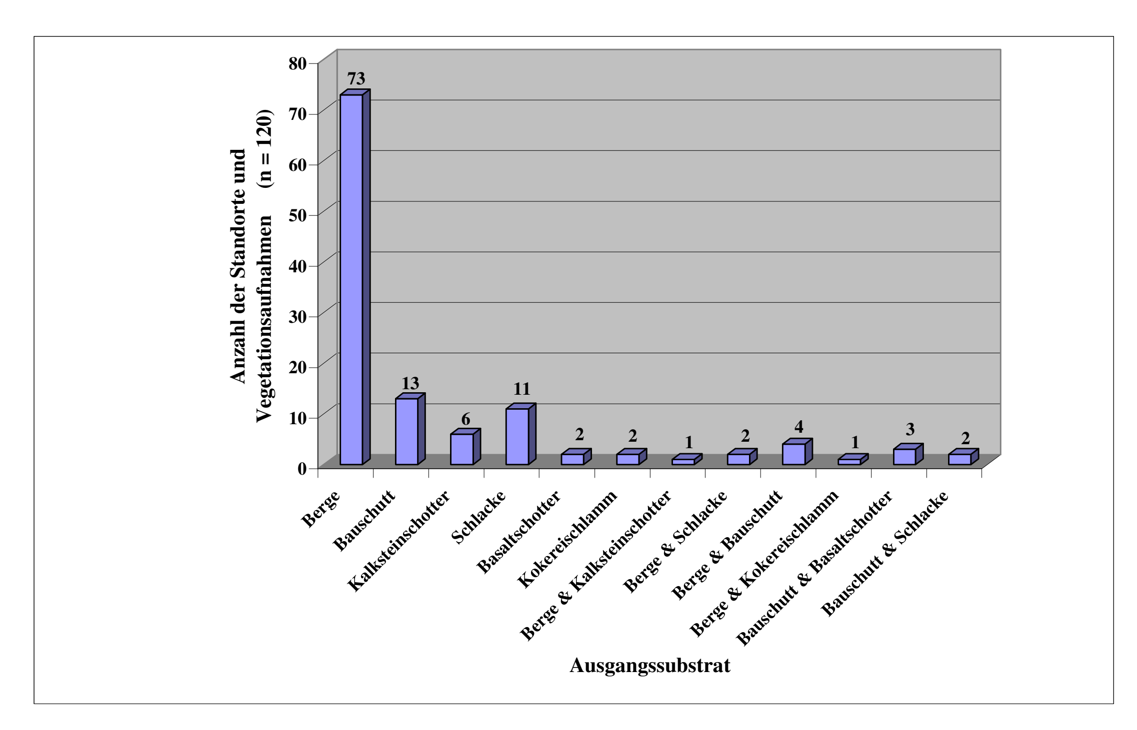


Abb. 6: Häufigkeit der verschiedenen Ausgangssubstrate in den Vegetationsaufnahmen (n = 120)

4.2. Floristisch-vegetationskundliche Methoden

4.2.1. Aufnahme der Vegetation

Die Vegetationsaufnahmen wurden nach der in Mitteleuropa etablierten Methode der Braun-Blanquet- bzw. Zürich-Montpellier-Schule (BRAUN-BLANQUET 1964) durchgeführt. Sie ist eine semiquantitative Methode, beruht also auf Schätzwerten, und berücksichtigt alle makroskopisch sichtbaren Pflanzenarten, gleichgültig, ob diese nun eine übergeordnete oder untergeordnete Rolle spielen. Die Benennung der Gefäßpflanzen erfolgt nach der Standardliste von WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), die der verwilderten Gehölze nach FITSCHEN (1990), die der Moose nach FRAHM & FREY (2004) sowie die der Flechten nach WIRTH & DÜLL (2000). Kritische Taxa (z. B. die Gattungen *Rubus*, *Hieracium*) und im Gelände nicht bestimmbare Sippen wurden mitgenommen und zu einem späteren Zeitpunkt determiniert. Sippen, die steril nicht bestimmbar waren oder bei denen das im Gelände vorhandene Pflanzenmaterial für eine präzise Bestimmung nicht ausreichte, wurden in Artengruppen (= Aggregaten) zusammengefasst. Für jeden Waldbestand wurde zunächst die vertikale Struktur, also die Schichtung, festgelegt. Vorgenommen wurde eine Einteilung in:

1.Baumschicht
2.Baumschicht
Strauchschicht
Krautschicht
Moosschicht (nur terrestrische Moose)
Flechtenschicht (nur terrestrische Flechten)

Danach wurde für die verschiedenen Pflanzensippen in den jeweiligen Schichten die Artmächtigkeit geschätzt, welche sich aus der Verknüpfung der beiden Faktoren Abundanz (= Häufigkeit; Anzahl der Individuen in der Aufnahmefläche) und Dominanz (= Deckungsgrad; prozentualer Anteil der Aufnahmefläche, welcher bei senkrechter Projektion von den überirdischen Spross- und Blattorganen der Pflanzen bedeckt wird) ergibt. Die Artmächtigkeit wurde nach REICHELT & WILMANNS (1973) in eine verfeinerte, neunstufige Skala eingeteilt, bei der die Artmächtigkeit 2 präziser aufgeschlüsselt wird:

r = 1 Individuum in der Aufnahmefläche; Deckung weniger als 5 %
+ = 2-5 Individuen in der Aufnahmefläche; Deckung weniger als 5 %
1 = 6-50 Individuen in der Aufnahmefläche; Deckung weniger als 5 %
2m= >50 Individuen in der Aufnahmefläche; Deckung weniger als 5 %
2a = Individuenzahl beliebig; Deckung 6-15 %
2b = Individuenzahl beliebig; Deckung 16-25 %
3 = Individuenzahl beliebig; Deckung 26-50 %
4 = Individuenzahl beliebig; Deckung 51-75 %
5 = Individuenzahl beliebig; Deckung 76-100%

Zu berücksichtigen ist hierbei, dass eine Art je nach Altersstadium in mehreren Schichten gleichzeitig auftreten kann, z. B. eine Gehölzart als juveniles Individuum in der Krautschicht und als adultes Individuum in der Baumschicht. Ferner sind solche Schätzwerte immer mit einer gewissen Subjektivität des Schätzers verbunden, da jedoch keine populationsbiologischen Größen untersucht werden sollten, wird ein (wenn auch kleiner) Grad der Ungenauigkeit in Kauf genommen. Der Vorteil der Methode Braun-Blanquet ist zweifelsohne die Tatsache, dass sie sich zügig und

einfach durchführen lässt und dabei jedoch brauchbare Ergebnisse von hohem Informationsgehalt liefert.

Auf die Angabe der Soziabilität (= Geselligkeit), deren Ziel es ist, eine anschauliche Vorstellung von der Bestandsbildung der jeweiligen Sippe zu vermitteln, wurde verzichtet, da sie sich meist weitgehend mit der Artmächtigkeit deckt. Da sie weitgehend ein artspezifisches Merkmal darstellt, ist sie für eine Gesellschafts-differenzierung nur wenig aussagekräftig (ELLENBERG 1956).

4.2.2. Homogenitätskriterien

Die Homogenität ist in hohem Maß Ausdruck für die gleichförmige Zusammensetzung (Struktur) eines Pflanzenbestandes (FREY & LÖSCH 1998). Für Vegetationsaufnahmen natürlicher bzw. naturnaher Pflanzenbestände wird empfohlen, die sogenannten Homogenitätskriterien einzuhalten, d. h. es sollten keine anthropogenen Störungen in der Aufnahmefläche vorkommen. Ferner sollte eine Gleichförmigkeit bezüglich der vorherrschenden Standortfaktoren (Relief, Boden, Wasserhaushalt, Mikroklima) gewährleistet sein, es sollten also keine prägnanten Unterschiede innerhalb der Aufnahmefläche auftreten. Da es sich bei den untersuchten Flächen aber um stark anthropogen gestörte Standorte v. a. bezüglich der Boden- und Reliefverhältnisse handelte, konnten die Homogenitätskriterien nicht in dem Maße berücksichtigt werden, wie dies sonst bei pflanzensoziologischen Aufnahmen üblich ist.

4.2.3. Aufnahmeflächengröße

Für Wälder der gemäßigten Klimazone einschließlich der Baumschicht empfiehlt DIERßEN (1990) eine Flächengröße für pflanzensoziologische Aufnahmen von 100-500 m². Zur Untersuchung wurden Flächengrößen zwischen 300-700 m² gewählt, jeweils abhängig vom angetroffenen realen Bestand. Die durchschnittliche Flächengröße betrug dabei 479 m².

4.2.4. Aufnahmezeitpunkt

Die Vegetationsaufnahmen wurden weitgehend in der Vegetationsperiode 2004 (April-September) angefertigt, lediglich die Aufnahmen Zollverein I-IV und Alma I-IV stammen aus dem Jahr 2003.

4.2.5. Ermittlung der Stetigkeit

Desweiteren wurde in der pflanzensoziologischen Tabellenarbeit die Stetigkeit (Präsenz), d. h. die Zahl der Bestände in Prozent, in denen die betreffende Art vorkam, herausgearbeitet. Dabei wird keine Rücksicht auf deren Menge, also die Artmächtigkeit genommen. Die Stetigkeit wurde in fünf Klassen nach WILMANNS (1998) eingeteilt, wobei Arten, die nur in einer Aufnahme vertreten waren, also in 0,8 % Anteil an den Gesamtaufnahmen (120), ebenfalls in die Stetigkeitsklasse I eingeteilt wurden:

Stetigkeitsklasse I	=	0,8-20 %
Stetigkeitsklasse II	=	21-40 %
Stetigkeitsklasse III	=	41-60 %
Stetigkeitsklasse IV	=	61-80 %
Stetigkeitsklasse V	=	81-100 %

4.2.6. Berechnung des gemittelten Deckungsgrades

Die Stetigkeit eignet sich zwar sehr gut zur Bestimmung der Häufigkeit einer Pflanzensippe in der zu typisierenden Phytozönose und damit zur Bestimmung der Gesellschaftstreue, aber sie hat dennoch nur wenig Aussagekraft darüber, ob eine Sippe nun wirklich bestandsbildend ist oder nur wenig Anteil am Aufbau der betreffenden Pflanzengesellschaft hat. Deshalb ist es sinnvoll, für die in den Vegetationsaufnahmen vorkommenden Sippen den gemittelten Deckungsgrad zu berechnen, da er sich gut für die Darstellung von Strukturcharakteristika eines Vegetationstyps eignet (DIERßEN 1990). Den Artmächtigkeiten 1 und 2m nach der verfeinerten Skala von REICHELT & WILMANNS (1973) wurde beiden der Wert 2,5 zugeordnet, da sie sich nur in der Abundanz, nicht jedoch in der Dominanz unterscheiden.

Tab. 2: Ableitung der Mittleren Deckung (nach ELLENBERG et al. 1992; verändert)

Artmächtigkeit nach REICHELT & WILMANNS (1973)	Deckung in %	Mittlere Deckung in %
5	76-100	87,5
4	51-75	62,5
3	26-50	37,5
2b	16-25	20
2a	6-15	10
2m	5	2,5
1	5	2,5
+	<1	0,2
r	sehr gering	0

Der gemittelte Deckungsgrad wurde für jede Pflanzensippe – entsprechend ihrem Auftreten in den Vegetationsaufnahmen – in m² umgerechnet, d. h. in Bezug zur Größe der Aufnahmefläche gesetzt. Danach wurden die Werte einer Sippe in allen Schichten summiert. Der so erhaltene Wert ist der Wert in m², den die Sippe an Fläche der jeweiligen Vegetationsaufnahme in allen Vegetationsschichten deckt. Anschließend wurden die Werte aller 120 Vegetationsaufnahmen addiert.

4.2.7. Lebensformenspektrum

Der dänische Botaniker RAUNKIAER (1910) entwickelte eine Klassifikation der Lebensformen der Pflanzen in fünf Hauptgruppen nach den Kriterien, wo sich die Lage der Erneuerungsknospen einer Pflanze befinden, mit denen ungünstige Jahreszeiten überbrückt werden.

1. **Phanerophyten (= Luftpflanzen):** Erneuerungsknospen in beträchtlicher Höhe
2. **Chamaephyten:** Erneuerungsknospen bis 50 cm über dem Boden
3. **Hemikryptophyten (= Erdschürfepflanzen):** Erneuerungsknospen dicht an der Oberfläche
4. **Kryptophyten / Geophyten (= Erdpflanzen):** Erneuerungsknospen in den Erdboden verlegt
5. **Therophyten:** Ungünstige Jahreszeit wird in Samen überdauert (Annuelle und Bienne)

Ermittelt man, wie viel Prozent der vorhandenen Arten des Untersuchungsgebietes auf die jeweiligen Lebensformen bzw. Gestalttypen entfallen, so erhält man Lebensformenspektren, auch Biospektren genannt (HOFMANN 1985). Die Einteilung der indigenen Gefäßpflanzen in Lebensformen erfolgte nach ELLENBERG et al. (1992), die der verwilderten Gartenpflanzen (Ergasiophygophyten) nach ROTHMALER (1996), die der Moose nach ELLENBERG et al. (1992) und die Flechten wurden nach DIERßEN (1990) den Thallophyten (= Lagerpflanzen) zugeordnet. Sippen, die in unterschiedlichen Lebensformen auftreten können (z. B. *Conyza canadensis* als Therophyt oder Hemikryptophyt) wurden so beurteilt, wie sie als Lebensform im Gelände angetroffen wurden. Die Lianen stellen eine besondere Wuchsform innerhalb der Lebensformen dar. Sie können in mehreren Lebensformen auftreten, z. B. als annuelle Lianen (*Galium aparine*), als hemikryptophytische Lianen (*Humulus lupulus*) oder auch als phanerophytische Lianen (*Clematis vitalba*). Sie wurden aber im Lebensformenspektrum als eigenständige Gruppe ohne eine Unterscheidung zwischen holzigen oder krautigen Lianen berücksichtigt.

4.2.8. Ermittlung ökologischer Standortfaktoren anhand der Zeigerwerte nach ELLENBERG

Die Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) dienen der ökologischen Raumbewertung bzw. Standortscharakterisierung. Sie beinhalten Informationen über das ökologische Verhalten einer bestimmten Pflanzensippe. Bewertet werden jeweils drei klimatische Faktoren (Licht, Temperatur, Kontinentalität) und drei edaphische Faktoren (Feuchte, Reaktion, Stickstoffgehalt). Mit ihrer Hilfe lassen sich die untersuchten Pflanzenbestände recht gut ökologisch kennzeichnen. Ihr Nachteil ist jedoch, dass sie nur eine regionale Gültigkeit besitzen, d. h. sie beziehen sich nur auf Vegetationsbereiche, in denen die Sippen optimal entwickelt sind (FREY & LÖSCH 1998). Desweiteren dienen sie lediglich dazu, gewisse Tendenzen darzustellen, man erhält keine exakten quantitativen Messergebnisse, sondern kann nur qualitative Aussagen treffen. Trotzdem eignen sich die Zeigerwerte gut zur ökologischen Interpretation pflanzensoziologischer Daten, wobei v. a. die mittleren Zeigerwerte (Mediane) zur Anwendung kommen. Bezieht man den Mengenanteil, also die Artmächtigkeit mit ein, so erhält man die gewichteten Zeigerwerte. Die Praxis hat jedoch oft gezeigt, dass eine Gewichtung nicht notwendig ist, da die Abweichung zwischen Median und gewichteten Zeigerwerten gering ist. Zur ökologischen

Kennzeichnung der untersuchten Bestände wurden die Mediane der klimatischen und edaphischen Faktoren Licht, Temperatur, Kontinentalität, Feuchte, Reaktion und Stickstoff für jede Vegetationsaufnahme separat berechnet.
Ein grundlegendes Problem stellte bei der Berechnung der mittleren Zeigerwerte der hohe Anteil nicht einheimischer Pflanzen in den Vegetationsaufnahmen dar. Da ELLENBERG et al. (1992) die Zeigerwerte nur für mitteleuropäische Pflanzen evaluiert haben, konnten diese in die Berechnung nicht einfließen, weil sie aus anderen klimatischen Regionen bzw. Florenregionen stammen und dementsprechend (noch) keine Zeigerwerte besitzen (s. Abb. 26).

4.2.9. Floristische Statuszuordnung der Sippen des Untersuchungsgebietes

Der floristische Status, d. h. die Stellung einer Sippe, ergibt sich aus ihrer Herkunft, wobei nach KEIL & LOOS (2002a) auch eine Sippe mehreren Status zugeordnet werden kann (Statusmehrdeutigkeit). Die Einteilung richtet sich im Wesentlichen nach den Definitionen von SCHROEDER (1969), LOOS (1999) sowie KÜHN & KLOTZ (2002). Die Statuseinteilung erfolgte separat für den jeweiligen Naturraum; speziell für das Niederrheinisches Tiefland nach DÜLL & KUTZELNIGG (1987) sowie KEIL (1999); die Statuseinteilung für die Westfälische Tieflandsbucht (inklusive mittleres Ruhrgebiet) wurde nach RUNGE (1989), REIDL (1989) und KEIL & LOOS (2005a) vorgenommen. Sippen, die dort nicht aufgeführt waren, wurden nach eigenen Befunden einer Kategorie zugeordnet. Solche Sippen, deren Status für das Ruhrgebiet als zweifelhaft betrachtet wird, d. h. weil es unklar ist, ob diese Sippen überhaupt jemals im Ruhrgebiet heimisch waren, wurden mit der Abkürzung zw. (= Indigenat zweifelhaft) versehen.

Einheimische:

Indigene / Indigenophyten: Sippen, die schon immer in einem Verbreitungsgebiet vorkamen und sich dort ohne Einwirken menschlichen Einflusses entwickelt haben (Alteingesessene, Autochthone) oder zugewandert sind (Allochthone). Die Indigenen lassen sich noch nach ihrer Verbreitung bzw. ihren Standortsansprüchen unterteilen in **Ahemerophyten**, welche nur auf natürlichen Standorten vorkommen, und **Apophyten**, welche sich auch auf anthropogene Standorte ausgebreitet haben. Bei den Indigenophyten-Vorkommen auf Industriebrachen handelt es sich also stets um apophytische Vorkommen.

Anökophyten: Es handelt sich dabei um Sippen, die keine gesicherten Areale außerhalb der menschlichen Kulturlandschaft besitzen bzw. die erst in Koevolution mit dem Menschen entstanden sind, einschließlich verwilderter Kulturpflanzen. Dazu gehören nach LOOS (1999) auch Sippen, die sich aus neophytisch eingebrachten Sippen neu entwickelt haben (Heimatlose). Die **Anökophyten** stellen im Prinzip eine Sonderform der Indigenophyten dar (LOOS 1999; KEIL & LOOS 2004).

Einwanderungszeit:

Archäophyten: Sippen, deren Ansiedlung in vor- und frühhistorischer Zeit vor 1500 n. Chr. erfolgte, meist im Zuge mit der Einführung des Ackerbaus (Alteinwanderer).

Neophyten: Sippen, deren Ansiedlung nach 1500 erfolgte, meist im Zuge des weltweiten Güteraustausches (Neueinwanderer).

Industriophyten: Sippen, deren Ansiedlung zeitlich mit der beginnenden Industrialisierung in Deutschland ab 1850 erfolgte. Spezialform der Neophyten (DÜLL & KUTZELNIGG 1987).

Einbürgerungsgrad:

Agriophyten: Neophytische Sippen, die fest eingebürgert sind und wahrscheinlich auch nach Aufhören menschlichen Einflusses kulturunabhängig in der heimischen Vegetation konkurrenzfähig bleiben, da sie überwiegend naturnahe Standorte besiedeln.

Epökophyten: Neophytische Sippen, die zwar eingebürgert sind, sich aber nach Aufhören menschlichen Einflusses wahrscheinlich nicht halten würden, da sie überwiegend anthropogene, dauerhaftem Kultureinfluss unterliegende Standorte besiedeln.

Ephemerophyten: Unbeständige Sippen, die nur vorübergehend Bestandteil der heimischen Flora sind und sich nicht ausbreiten. Solche Sippen können sich i. d. R. nicht aus eigener Kraft längere Zeit halten, da sie nicht winterhart sind.

Kultivierte: Vom Menschen bewusst ausgebrachte Kultursippen (v. a. Gehölze), die außerhalb von Gärten und Anlagen in der freien Landschaft beobachtet werden.

Spontaneosynanthrope: Sippen, bei denen es während der Kartierung unklar war, ob sie bereits eingebürgert oder noch unbeständig sind, weil der Beobachtungszeitraum nicht ausreichend lang genug war (KEIL & LOOS 2005b).

Einwanderungsmodus:

Ergasiophygophyten: Sippen, die als Kulturpflanzen eingeführt wurden und in der Folge auch außerhalb von Kulturflächen auftreten (Kulturflüchter).

Akolutophyten: Sippen, die ursprünglich nicht zur einheimischen Flora gehörten, aber ohne direkte Mitwirkung des Menschen eingewandert sind (Eindringlinge).

Xenophyten: Sippen, die unbeabsichtigt vom Menschen in ein Gebiet eingeschleppt wurden, z. B. Vogelfutterpflanzen (Eingeschleppte).

4.3. Messung des Jahrestemperaturgangs

Zur Messung der Lufttemperatur wurden eigens angefertigte Data-Logger der Fa. GeoPrecision mit autarker Stromversorgung verwendet, die mit einem Chip von 256 kb Speicherkapazität ausgestattet waren, was einer Kapazität von 125.000 Messwerten entspricht. Ein Sensor nahm die Temperatur in einem Zeitintervall von 30 Sekunden auf. Die Data-Logger wurden zum Schutz vor Diebstahl und Vandalismus in den Boden eingegraben, so dass nur der Sensor als Temperaturfühler in Luftkontakt war. Die Daten wurden durchgehend für das Jahr 2004 in einem West-Ost-Transekt von Duisburg bis Kamen erfasst.

4.4. Ermittlung des pH-Wertes

Der pH-Wert wurde bei jeder angefertigten Vegetationsaufnahme direkt im Gelände mit dem Hellige-Pehameter in 5 cm Bodentiefe, also im Hauptwurzelhorizont der Pflanzen bestimmt. Das Hellige-Pehameter ist zwar mit einer gewissen Ungenauigkeit verbunden, eignet sich aber gut zur schnellen Erfassung des pH-Wertes im Gelände.

5. Ergebnisse

5.1. Vegetationskundlicher Teil

5.1.1. Sukzession und Waldentwicklung - Syndynamik

Nach WILMANNS (1998) treten auf offenen Flächen im Wald, die durch Windwurf oder bestandsweisen Zusammenbruch freigesetzt wurden, also eine sekundäre progressive Sukzession nach HOFMANN (1985) durchlaufen, zunächst lichtliebende Pioniergehölze wie *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Populus tremula* sowie *Sambucus*-Arten auf. Dabei spielt das Nährstoffangebot der neu zu besiedelnden Flächen eine wesentliche Rolle. Auf nährstoffreicheren Böden tritt v. a. *Salix caprea* in Erscheinung (WILMANNS 1998). Dort ist zwar auch *Betula pendula* in der Lage, Vorwälder auszubilden. Häufiger nimmt *Betula pendula* aber die Rolle des Protagonisten auf sauren und armen Böden ein, wo sie gegenüber *Salix caprea* konkurrenzfähiger ist (REIDL 1989). Das *Betula pendula* in allen edaphischen Zeigerwerten nach ELLENBERG et al. (1992) ein indifferentes Verhalten zeigt macht verständlich, dass sie auch die extremsten Standorte noch zu besiedeln vermag. Aber auch die Tatsache, das diese drei Baumarten sehr leichte, flugfähige Diasporen in großen Mengen produzieren, erklärt den Umstand, dass sie meist die ersten Gehölze darstellen, welche auf neu zu besiedelnden Flächen anzutreffen sind (DÜLL & KUTZELNIGG 1994).

Die Besiedlung von Brachflächen der Kohle- und Stahlindustrie stellt nach HOFMANN (1985) eine primäre progressive Sukzession dar und ist in starkem Maße abhängig von den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Ausgangssubstrates, z. B. Bergematerial und anderen natürlichen oder technogenen Substraten (REBELE & DETTMAR 1996; vgl. Kap. 4.1.). Berge ist nach BURGHARDT (1988) ein natürliches Substrat, das eine Reihe anthropogener Veränderungen aufweist, die mit der technischen Ablagerung oder technischen Umbildung zusammenhängen. Das Bergematerial, im Ruhrkohlenbergbau in erster Linie Gesteine des Oberkarbons (Sand-, Silt- und Tonsteine), ist durch eine sehr dunkle Farbe gekennzeichnet und kann sich deshalb während der Sommermonate tagsüber stark aufheizen. Nachts ist dann die Ausstrahlung dementsprechend hoch, so dass diese Flächen als Extremstandorte gelten müssen (HELD & SCHMITT 2001). Zudem kann Bergematerial teilweise hohe Salzkonzentrationen enthalten (REBELE & DETTMAR 1996) und ist stellenweise stark verdichtet. Oft wurden auch andere Substrate, v. a. Bauschutt, mit eingebracht (z. B. auf der Untersuchungsfläche

"Alma"). Weitere charakteristische Standorteigenschaften von Bergehalden sind nach KERTH et al. (1991) ein geringes Nährstoffangebot, geringes Wasserhaltevermögen, anfänglich geringer Feinkorngehalt, starke Versauerung durch Pyritverwitterung sowie eine starke Anfälligkeit für Wassererosion an den Haldenhängen und damit eine permanente Unterbrechung der Pedogenese.
Als Ausgangssubstrate auf Industriebrachen der Eisen- und Stahlindustrie kommen nach REBELE & DETTMAR (1996) im Ruhrgebiet in erster Linie Hochofen- und Stahlwerksschlacken in Frage. Diese sind meist reich an Kalksilikaten, es entstehen auf Grund der hohen Kalkgehalte oftmals Böden im alkalischen Milieu (REBELE & DETTMAR 1996). Das Wasserhaltevermögen der Schlackeablagerungen ist wie bei Bergematerial gering, es handelt sich demnach auch hier um trockene Extremstandorte. Daher treten als erste Pionierpflanzen poikilohydrische niedere Pflanzen (Algen, Flechten, Moose) auf, v. a. die Moosarten *Ceratodon purpureus* und *Bryum caespiticium*, welche erste Mengen an Feinerde auf den Standorten fixieren und damit günstigere edaphische Verhältnisse für höhere Pflanzen schaffen (DÜLL 1985).
Sekundär ist die Besiedlung zudem abhängig von der Verfügbarkeit pflanzlichen Diasporenmaterials. Bodenbiologisch gesehen muss hervorgehoben werden, dass das frisch geschüttete Bergematerial steril ist (JOCHIMSEN et al. 1995). Es enthält weder eine Samenbank, noch weist es eine Mikrofauna oder Humus auf. Syndynamisch bedeutet dies, dass die Sukzession auf Standorten mit frischem Bergematerial vom absoluten "Nullpunkt" aus startet. Die Einwanderung von Waldarten mit begrenzter Ausbreitungsfähigkeit ist auf Grund der i. d. R. räumlichen Distanzen von naturnahen Wäldern zu den Industriestandorten im Ruhrgebiet beschränkt und so die Einwanderungs synanthroper Arten aus dem Siedlungsumfeld oftmals begünstigt (KOWARIK 1995a). Auch GILBERT (1994) betont, dass die Klimagesellschaft in Städten nicht primär durch Faktoren wie Konkurrenz geprägt wird, sondern der Wettbewerb wird durch Kultur, Mode, Pflanzenzüchter und bestehende Bedürfnisse beeinflusst.
Gemäß der Erwartungen und Vorstellungen über den Verlauf der Sukzession wäre zu erwarten, dass die Anzahl der Waldarten mit dem Alter der Vorwaldbestände zunimmt, da es die Waldarten über einen längeren Zeitraum doch schaffen würden, die oftmals stark isolierten Industriebrachen in innerstädtischer Lage zu erreichen. Mit zunehmender Maturität der Bestände wäre also eine Entwicklung hin zum

Birken-Eichenwald (*Betulo-Quercetum*) oder sogar zum Geißblatt-Buchenwald (*Periclymeno-Fagetum* nach POTT 1995) zu rechnen (s. Abb. 7).

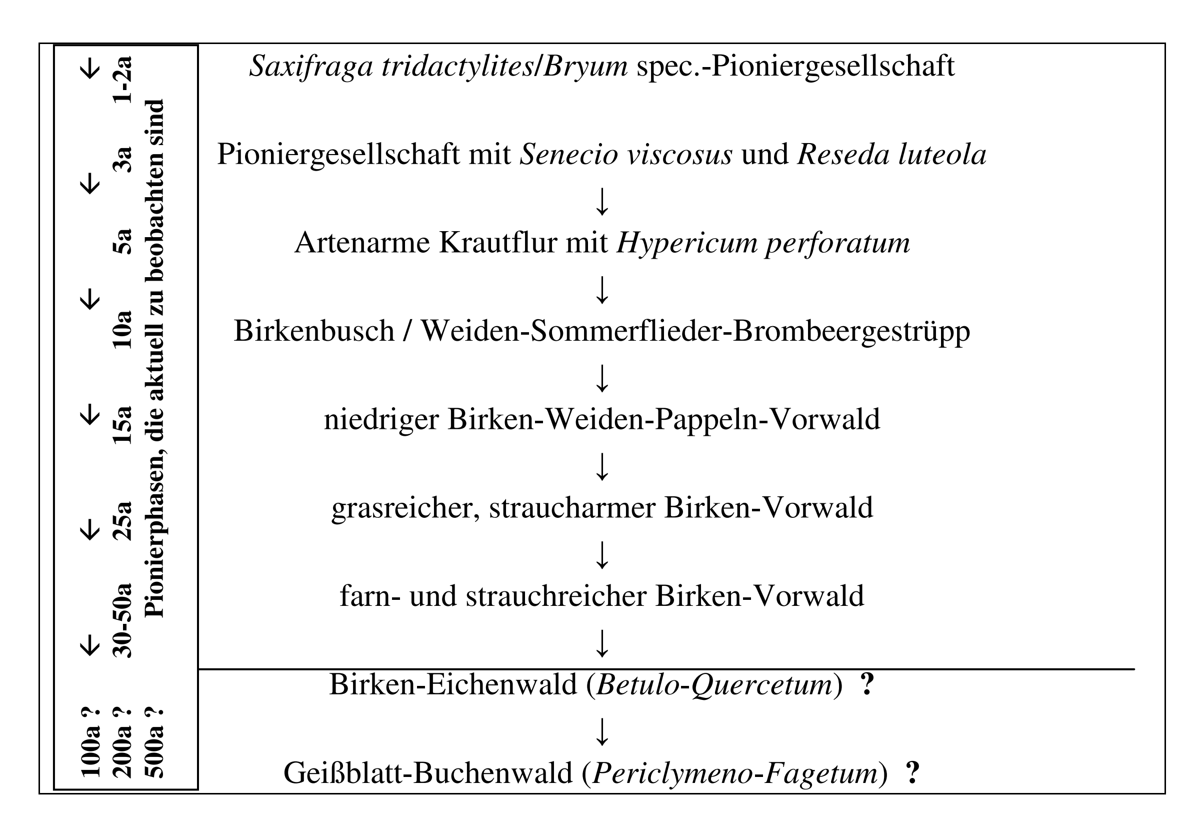


Abb. 7: Sukzession auf Bergehalden im Ruhrgebiet auf durchlässigem Substrat (nach JOCHIMSEN 1991; stark verändert)

Bei der Besiedlung neuer Standorte mit Gehölzen treten in erster Linie solche Sippen auf, welche über leichte Samen verfügen, die dann vom Wind über große Entfernungen transportiert werden können. Dies ist bei Hänge-Birke (*Betula pendula*) und Sal-Weide (*Salix caprea*) der Fall, welche v. a. im subozeanisch geprägten Ruhrgebiet als Pioniergehölze in Erscheinung treten und hier das größte Samenpotential haben, wogegen im subkontinentalen Klimabereich Mitteleuropas die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) die häufigste Pioniergehölzart ist, wie Untersuchungen aus dem Berliner Raum belegen (KOWARIK 1995a), da sie in diesem Klimabereich besonders konkurrenzstark ist. Nach KUNICK (1985) sind häufig gepflanzte Straßenbäume in Städten die einheimischen Arten Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*), Stiel-Eiche (*Quercus robur*) und Winter-Linde (*Tilia cordata*), welche ebenfalls ein großes Samenpotential bereitstellen. Als nichteinheimische Arten sind die aus

Südeuropa stammende Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*), Walnuss (*Juglans regia*) sowie die aus Nordamerika eingeführten Arten Silber-Ahorn (*Acer saccharinum*) und Robinie (*Robinia pseudoacacia*) sowie die Hybrid-Platane (*Platanus ×hispanica*) am weitesten in Städten verbreitet.

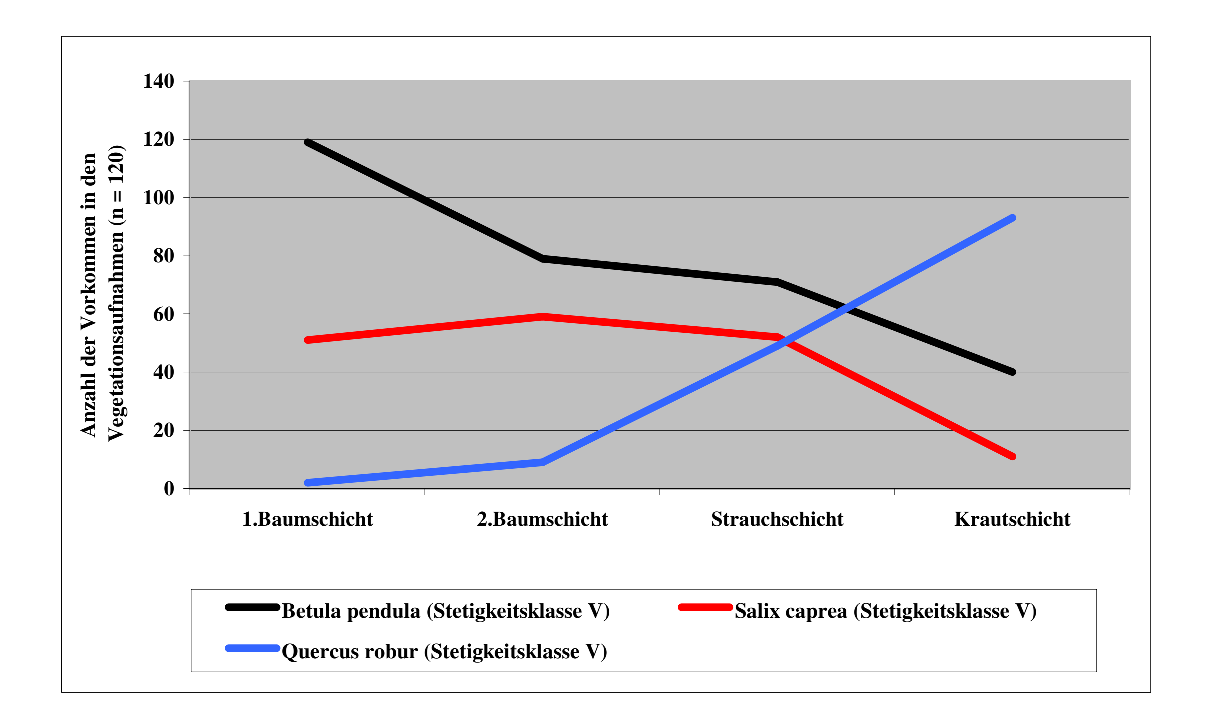


Abb. 8: Verteilung der drei stetesten Makro-Phanerophyten *Betula pendula*, *Salix caprea* und *Quercus robur* in den jeweiligen Vegetationsschichten aller Vegetationsaufnahmen (n = 120)

In Abb. 8 ist die Verteilung der drei stetesten Makro-Phanerophyten *Betula pendula*, *Salix caprea* und *Quercus robur* in den jeweiligen Schichten der durchgeführten Vegetationsaufnahmen (n = 120) dargestellt. Die häufigste Baumsippe war als Pioniergehölz *Betula pendula* (Stetigkeit u. absolute Häufigkeit s. Anhang II), welche einen eindeutigen Verbreitungsschwerpunkt in der ersten Baumschicht zeigt, die zweite Pioniergehölzsippe *Salix caprea* zeigt einen Verbreitungsschwerpunkt in der zweiten Baumschicht. Die Verteilung beider Pioniergehölze zeigt in Strauch- und Krautschicht einen ähnlichen Verlauf, die Häufigkeit beider Sippen nimmt in diesen Schichten allmählich ab, was bedeutet, das sich diese Sippen in den urban-industriellen Vorwäldern anscheinend nicht mehr ausreichend verjüngen, um die Bestände in ihrem derzeitigen Aufbau aufrecht zu erhalten. Ebenfalls wird in Abb. 8 erkenntlich, das die Lichtholzart *Quercus robur* (Stetigkeit u. absolute Häufigkeit s.

Anhang II) allmählich in die zweite und erste Baumschicht eindringt. Sie war in den durchgeführten Vegetationsaufnahmen wesentlich häufiger in der Krautschicht anzutreffen als die Pioniergehölze *Betula pendula* und *Salix caprea*, so das davon auszugehen ist, dass diese allmählich im weiteren Sukzessionsverlauf von *Quercus robur* abgelöst werden.

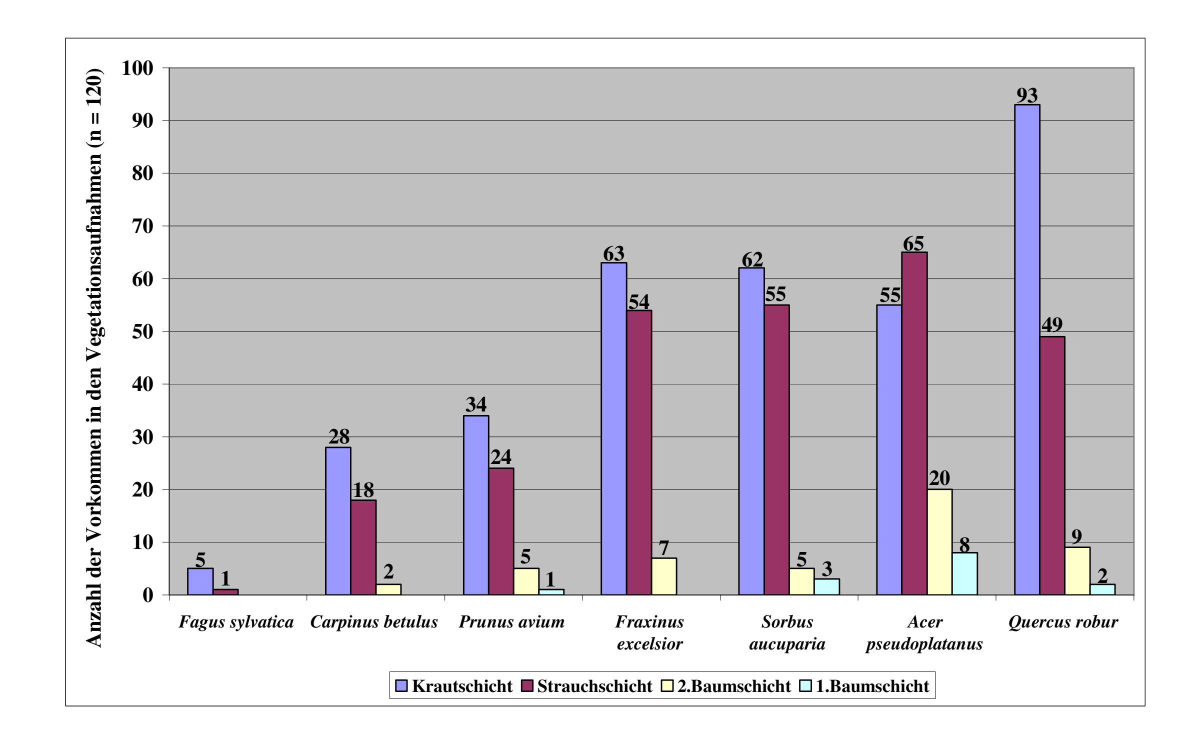


Abb. 9: Verteilung von Baumsippen der *Querco-Fagetea*-Gesellschaften in den jeweiligen Vegetationsschichten aller Vegetationsaufnahmen (n = 120)

In Abb. 9 wird erkenntlich, dass Edellaubgehölze aus Waldgesellschaften der *Querco-Fagetea* (Europäische Sommerwälder) wie Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Gewöhnliche Hain-Buche (*Carpinus betulus*), Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*), Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) sowie die Stiel-Eiche (*Quercus robur*) im Begriff sind, sich in den Vorwäldern zu etablieren. Zwar haben sie bis auf *Acer pseudoplatanus* ihren Häufigkeitsschwerpunkt noch in der Krautschicht, aber alle diese Sippen konnten bereits in der zweiten Baumschicht nachgewiesen werden. Die Baumsippen *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia* und *Prunus avium* traten sogar in der ersten Baumschicht auf. Daraus wird deutlich, dass die Sukzession hin zu Gesellschaften wie beispielsweise dem *Betulo-Quercetum* (Birken-Eichenwald) noch am Anfang steht. Da diese Edellaubgehölze höhere Standortsansprüche haben als die

Pioniergehölze *Betula pendula* und *Salix caprea* ist zu erwarten, das der Prozess der Etablierung dieser Sippen mit fortschreitender Zeitdauer der Pedogenese und Zunahme der Bodengründigkeit weiter anhält. Die Stiel-Eiche (*Quercus robur*) als Lichtholzart profitiert in den Vorwäldern von den anfangs günstigen Lichtverhältnissen (vgl. Kap. 5.1.7.). Das die Halbschattholzart *Carpinus betulus* sich etabliert ist auch ein Hinweis auf eine Verschiebung im Lichthaushalt dieser Wälder. Am wenigsten etabliert hat sich bislang die anspruchsvolle Schattholzart *Fagus sylvatica*, die in fünf Vegetationsaufnahmen in der Krautschicht und erst in einer Aufnahme in der Strauchschicht nachgewiesen werden konnte (s. Abb. 10).



Abb. 10: Juveniles Individuum von *Fagus sylvatica* (Rotbuche) in der Vegetationsaufnahme I der Untersuchungsfläche "Zollverein"

5.1.2. Nachgewiesene Waldarten

Als Indikator für eine mögliche Gesellschaftsentwicklung der Vorwaldbestände kann der Nachweis solcher Arten dienen, welche auch in unseren in Mitteleuropa verbreiteten natürlichen bzw. naturnahen sommergrünen Laubwäldern (Klasse *Querco-Fagetea*) vorkommen oder in diesen Gesellschaften einen Verbreitungsschwerpunkt haben. Diese Waldarten spätsukzessionaler Vorwald-Stadien können wichtige Hinweise auf mögliche Wald-Folgestadien geben (KLEINKNECHT 2001). Eine Übersicht über die in den untersuchten Vorwald-Beständen nachgewiesenen Waldarten ist in den Tabellen 3 u. 4 dargestellt. Insgesamt konnten 46 verschiedene Waldarten in den Untersuchungsflächen nachgewiesen werden, davon 5 Moosarten und 41 höhere Pflanzen (Kormophyten). Das silikatreiche, tonig-lemig verwitternde

Bergematerial wird neben den höheren Pflanzen auch von anspruchsvollen terrestrischen Waldmoosen besiedelt, welche damit auch Zeiger für eine fortschreitende Verbesserung der Bodenqualität sind (s. Tab. 3).

Tab. 3: Übersicht über die in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Moossippen mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Wäldern (nach FRAHM & FREY 2004 sowie DÜLL 1985)

Taxon	**Standort**
Fissidens taxifolius	lehmige und tonige Waldböden
Hypnum cupressiforme	lehmige und feuchte Waldböden
Polytrichum formosum	schwach saure Waldböden
Rhytidiadelphus triquetrus	Wälder mit reicheren Böden
Thuidium tamariscinum	mäßig saure Waldböden
∑ **5**	



Abb. 11: Die Klassencharakterart der *Querco-Fagetea* (Europäische Sommerwälder) *Brachypodium sylvaticum* in der Vegetationsaufnahme IV der Untersuchungsfläche "Alma"

Tab. 4: Übersicht und Gesellschaftsanschluss der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Waldarten (*Querco-Fagetea*-Arten)

Taxon	**Gesellschaftsanschluss** (nach OBERDORFER 1994)
Acer campestre	*Querco-Fagetea* (Schwerpunkt *Alno-Ulmion*, *Carpinion betuli*)
Acer platanoides	*Tilio-Acerion*, frische *Fagetalia*-Gesellschaften
Acer pseudoplatanus	*Tilio-Acerion*, *Aceri-Fagenion*, *Alno-Ulmion*
Athyrium filix-femina	*Fagion sylvaticae*, *Carpinion betuli*, *Alno-Ulmion*
Brachypodium sylvaticum	*Querco-Fagetea*
Cardamine flexuosa	*Pruno-Fraxinetum*, frische *Fagetalia*-Gesellschaften
Carex pilulifera	*Luzulo-Fagenion*
Carpinus betulus	*Carpinion betuli*, *Fagion sylvaticae*
Circaea lutetiana	*Fagetalia sylvaticae*, *Alno-Ulmion*
Deschampsia flexuosa	*Quercion rob.-p.*, *Luzulo-Fagenion*
Digitalis purpurea	*Fagetalia*- und *Quercetalia rob.-p.*-Waldschläge
Dryopteris carthusiana	*Alno-Ulmion*, *Quercion rob.-p.*, *Luzulo-Fagenion*
Dryopteris dilatata	*Fagion sylvaticae*
Dryopteris filix-mas	*Fagetalia sylvaticae*
Epilobium montanum	*Fagetalia*-Gesellschaften (Störungszeiger)
Fagus sylvatica	*Querco-Fagetea*
Fragaria vesca	*Fagetalia*-Waldschläge (Störungszeiger)
Fraxinus excelsior	frische *Fagetalia*-Gesellschaften, *Alno-Ulmion* (Schwerpunkt), *Tilio-Acerion*, *Quercion pubescenti-petraeae*
Hedera helix	*Querco-Fagetea*
Ilex aquifolium	*Querco-Fagetea*
Lonicera periclymenum	*Quercenion rob.-p.*, saure *Fagetalia*-Gesellschaften
Lonicera xylosteum	*Querco-Fagetea*
Luzula multiflora	*Atropetalia*, *Fagetalia*-Waldschläge (Störungszeiger)
Moehringia trinervia	*Querco-Fagetea* (Nitrifizierungszeiger)
Poa nemoralis	*Querco-Fagetea*
Polystichum aculeatum	*Fraxino-Aceretum*, *Fagion sylvaticae*
Prunus avium	*Carpinion betuli*, *Alno-Ulmion*, *Fagion sylvaticae*
Prunus padus	*Alno-Ulmion*, feuchte *Fagetalia*-Ges.
Pteridium aquilinum	*Quercion rob.-p.*, *Luzulo-Fagenion*
Pyrola minor	*Quercion rob.-p.*, *Luzulo-Fagenion* (auch in *Piceetalia*-Ges.)
Quercus petraea	*Querco-Fagetea*
Quercus robur	*Querco-Fagetea*
Ribes uva-crispa	*Prunetalia* (Hauptvorkommen), *Tilio-Acerion*, *Alno-Ulmion*
Rubus pyramidalis	*Quercion rob.-p.*, saure *Fagion*- und *Carpinion*-Gesellschaften
Stachys sylvatica	*Fagetalia sylvaticae*, *Alno-Ulmion*
Taxus baccata	*Fagion sylvaticae*, *Quercion pubescenti-petraeae*, *Tilio-Acerion*
Tilia cordata	*Carpinion betuli*, *Tilio-Acerion*, *Quercion rob.-p.*, *Alno-Ulmion*
Tilia platyphyllos	*Tilio-Acerion*, *Fagion sylvaticae*
Ulmus glabra	*Tilio-Acerion* (*Aceri-Fraxinetum*, *Ulmo-Aceretum*), *Fagion sylvaticae*, *Alno-Ulmion*
Veronica officinalis	*Quercion rob.-p.*, *Luzulo-Fagenion*, *Vaccinio-Piceetea*
Viola riviniana s.l.	*Quercion rob.-p.*, *Holco-Quercetum*, *Carpinion betuli*
∑ **41**	

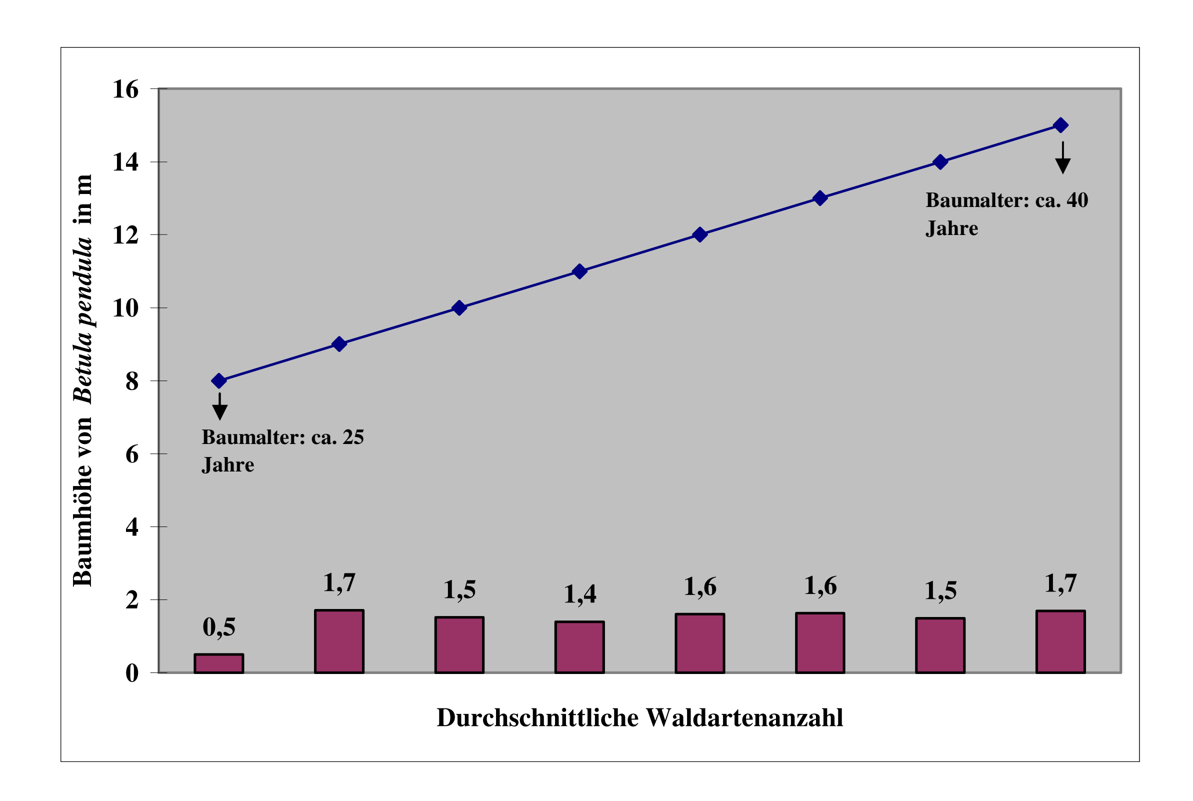


Abb. 12: Durchschnittliche Anzahl an Waldarten (*Querco-Fagetea*-Arten) in von *Betula pendula* dominierten Vorwaldbeständen unterschiedlicher Maturität

Nach dendrochronologischen Untersuchungen von LEDER (2003) sind 8 m hohe Individuen von *Betula pendula* ca. 25 Jahre alt, 15 m hohe Individuen von *Betula pendula* weisen ein Alter von ca. 40 Jahre auf. In Abb. 12 wird erkennbar, dass die Anzahl der Waldarten nicht analog mit zunehmendem Alter der Vorwaldbestände zunimmt. Zwar steigt die Waldartenanzahl Anfangs von durchschnittlich 0,5 Waldarten in 8 m hohen Beständen auf 1,7 Waldarten in 9 m hohen Vorwaldbeständen, danach ist aber mit zunehmendem Alter der Bestände kein deutlicher Anstieg mehr zu verzeichnen. Hier macht sich wahrscheinlich die starke Habitatisolation urban-industrieller Vorwälder im innerstädtischen Bereich bemerkbar, d. h. das Einwandern von Waldarten scheint in diesem sukzessionsbezogen relativ kurzen Zeitraum von 40 Jahren nur in eingeschränktem Maße möglich zu sein.

5.1.3. Ausbreitungsweisen der Waldarten

Auf Grund der Tatsache, dass die Industriebrachen des Ruhrgebietes durch ihre innerstädtische Lage und die meist große Entfernung zum nächstgelegenen naturnahen Waldgebiet echte Habitatisolate darstellen, ist die Einwanderung von Waldarten mit begrenzter Ausbreitungsfähigkeit erschwert (vgl. Kap. 5.1.1.). Bei der Besiedlung neu entstandener Brachflächen scheinen die Arten im Vorteil, welche über flugfähige Diasporen verfügen und in der Lage sind, auch große Distanzen überwinden zu können. So ist verständlich, dass die Arten mit Windverbreitung (Anemochorie) einen Großteil der Waldarten (22 Arten) ausmachen (s. Tab. 5). Windverbreitet sind v. a. Kryptogamen (Moose, Farne) und verschiedene Baumarten (*Acer* div. spec., *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*). Etwas häufiger als die windverbreiteten Arten konnten in den Untersuchungsflächen jedoch Arten nachgewiesen werden, die sich - zumindest teilweise - durch Tierverbreitung (Zoochorie), hauptsächlich Vögel und Säugetiere, ausbreiten (23 Arten). Der Transport der Diasporen erfolgt hierbei durch Darmverbreitung (Endozoochorie), Klettverbreitung (Epizoochorie) und Speicherverbreitung (Synzoochorie; s. Abb. 13). Bemerkenswerterweise konnten auch Arten nachgewiesen werden, die sich u. a. durch Ameisen ausbreiten (Myrmechochorie), wie dies für viele krautige Arten unserer mitteleuropäischen Laubwälder typisch ist (z. B. *Carex pilulifera*, *Luzula multiflora*, *Moehringia trinervia*, *Veronica officinalis*, *Viola riviniana* s.l.). Die Besiedlung durch einige Arten erfolgt auch aus eigener Kraft (Autochorie), jedoch meist in Kombination mit einem anderen Ausbreitungsmechanismus. Auch eine Ausbreitung der Waldarten durch den Menschen (Hemerochorie) ist möglich, wenn sich – ähnlich der Klettverbreitung – Diasporen an Kleidung und Schuhen festhaften und dann beim Aufsuchen der Industriebrachen wieder ablösen. Die Einschleppung von Diasporen durch Baumanpflanzungen aus Baumschulen, an welchen Bodenmaterial an den Wurzelballen haftet, stellt ebenfalls eine Möglichkeit dar, wie Ausbreitungseinheiten von Pflanzen transportiert werden können und so auf die Industriestandorte gelangen. Auch REBELE & DETTMAR (1996) stellen die große Bedeutung der anthropogenen Ausbreitung von Diasporen auf die Industriestandorte heraus, die auch noch nach Beendigung der industriellen Aktivitäten auf den Brachflächen weiter anhält. So gelangen u. a. über wild abgelagerte Gartenabfälle immer wieder Samen, Früchte, Rhizome und noch regenerationsfähige Pflanzen oder Pflanzenteile auf Industriebrachen (REBELE & DETTMAR 1996).

Tab. 5: Ausbreitungsweisen der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Waldarten (nach DÜLL & KUTZELNIGG 1994 sowie für die Moose nach FRAHM & FREY 2004)

Taxon	**Ausbreitungsweise**
Acer campestre	Anemochorie
Acer platanoides	Anemochorie
Acer pseudoplatanus	Anemochorie
Athyrium filix-femina	Anemochorie
Brachypodium sylvaticum	Epizoochorie & Autochorie
Cardamine flexuosa	Epizoochorie & Autochorie
Carex pilulifera	Myrmechochorie & Autochorie (evtl. Epizoochorie)
Carpinus betulus	Anemochorie
Circaea lutetiana	Epizoochorie
Deschampsia flexuosa	Epizoochorie & Autochorie
Digitalis purpurea	Anemochorie
Dryopteris carthusiana	Anemochorie
Dryopteris dilatata	Anemochorie
Dryopteris filix-mas	Anemochorie
Epilobium montanum	Anemochorie & vegetative Autochorie
Fagus sylvatica	Synzoochorie
Fissidens taxifolius	Anemochorie
Fragaria vesca	Endozoochorie
Fraxinus excelsior	Anemochorie
Hedera helix	Endozoochorie & vegetative Autochorie
Hypnum cupressiforme	Anemochorie
Ilex aquifolium	Endozoochorie
Lonicera periclymenum	Endozoochorie
Lonicera xylosteum	Endozoochorie
Luzula multiflora	Myrmechochorie (evtl. Epizoochorie)
Moehringia trinervia	Myrmechochorie & Endozoochorie
Poa nemoralis	Epizoochorie & Autochorie
Polystichum aculeatum	Anemochorie
Polytrichum formosum	Anemochorie
Prunus avium	Endozoochorie
Prunus padus	Endozoochorie
Pteridium aquilinum	Anemochorie & vegetative Autochorie
Pyrola minor	Anemochorie
Quercus petraea	Synzoochorie
Quercus robur	Synzoochorie
Rhytidiadelphus triquetrus	Anemochorie
Ribes uva-crispa	Endozoochorie
Rubus pyramidalis	Endozoochorie
Stachys sylvatica	Epizoochorie & Autochorie
Taxus baccata	Endozoochorie
Thuidium tamariscinum	Anemochorie
Tilia cordata	Anemochorie
Tilia platyphyllos	Anemochorie
Ulmus glabra	Anemochorie
Veronica officinalis	Myrmechochorie & Autochorie
Viola riviniana s.l.	Myrmechochorie & vegetative Autochorie
∑ 46	



Abb. 13: Juvenile Individuen von *Carpinus betulus*, *Prunus avium* und *Quercus robur* in der Krautschicht der Vegetationsaufnahme I der Untersuchungsfläche "Land-schaftspark Duisburg-Nord" als Beispiel für unterschiedliche Ausbreitungsweisen von Waldarten

5.1.4. Struktur der untersuchten Bestände - Synmorphologie

Unter Struktur versteht WILMANNS (1998) die horizontale und die vertikale Gliederung einer Phytozönose. Die horizontale Gliederung führt zu einem als "pattern" bezeichnetem Muster, die vertikale Gliederung zu einer Schichtung, wobei Waldgesellschaften Pflanzenbestände mit einer komplexen Schichtung darstellen (WILMANNS 1998). Um Aussagen über den Charakter einer Pflanzengesellschaft zu erhalten sind natürlich Mengenangaben der auftretenden Pflanzensippen ein gutes Strukturmerkmal (DIERßEN 1990). In Abb. 14 sind die gemittelten Deckungswerte der bestandsbildenden Baumsippen in den untersuchten Vorwald-Beständen dargestellt (zur Methodik vgl. Kap. 4.2.6). Die Hänge-Birke (*Betula pendula*) ist mit Abstand die am meisten bestandsbildende Baumsippe und hat den größten Anteil am Bestandsaufbau der urban-industriellen Vorwälder im Ruhrgebiet. Die Sal-Weide (*Salix caprea*) als zweite Pioniergehölzart erreicht als Art mit dem zweithöchsten Deckungswert nur noch ca. ein Viertel der Flächendeckung wie die Hänge-Birke.

Diese beiden Pioniergehölzarten haben den weitaus höchsten Anteil an der Bestandsbildung der untersuchten Vorwälder (s. Abb. 14 u. 15). Mit deutlichem Abstand zu diesen zwei Sippen folgen dann Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Stiel-Eiche (*Quercus robur*). Interessanterweise folgt auf dem fünften Rang *Betula ×aurata* (Gold-Birke), die sogar einen höheren Deckungswert erreicht als die Pioniergehölzart *Populus tremula* (Zitter-Pappel). Weitere bestandsbildende Baumsippen sind Edellaubgehölze (*Fraxinus excelsior*, *Acer campestre*, *Sorbus aucuparia*, *Acer platanoides*, *Prunus avium*), ergasiophygophytische und gebietsfremde Gehölze (*Acer pseudoplatanus* '*Purpureum*', *Prunus serotina*, *Robinia pseudoacacia*) und auch anökophytische Gehölze (*Populus nigra* cf. '*Italica*'-Hybride, *Populus maximowiczii*-Hybride), die allerdings weitaus geringere Werte erreichen als die Hänge-Birke (s. Abb. 14).

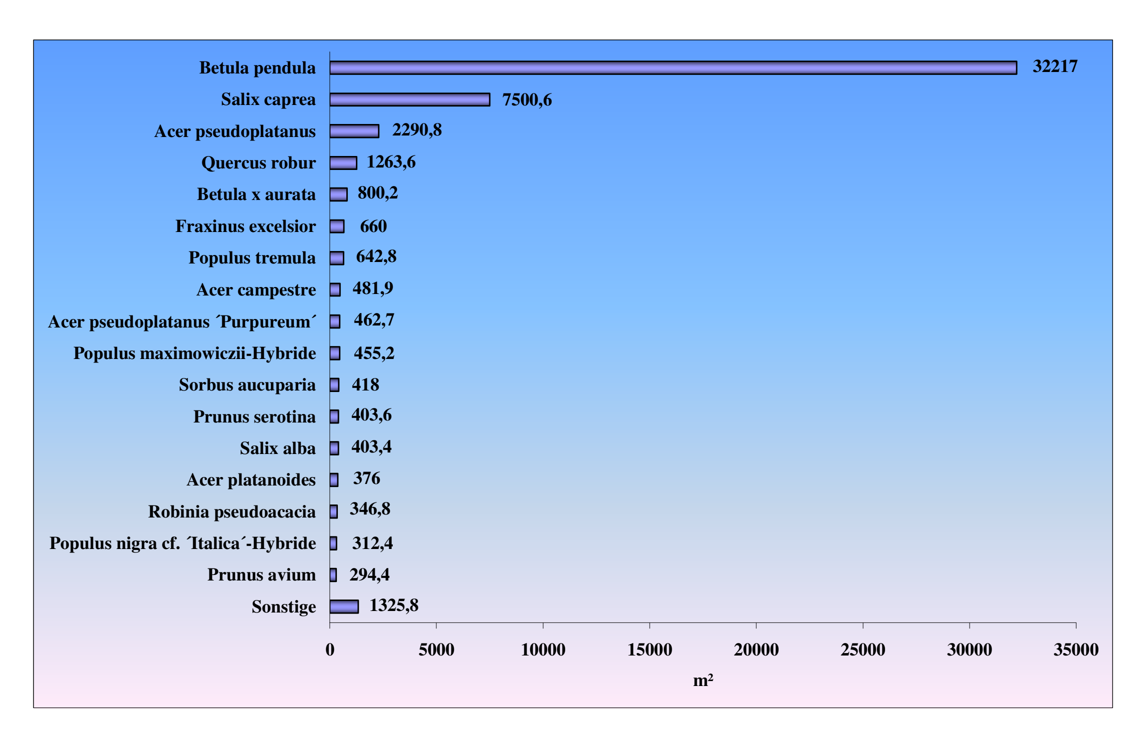


Abb. 14: Gemittelte Deckungswerte der am meisten bestandsbildenden Baumsippen in m²

Die Erklärung hierfür liegt darin, dass viele dieser Sippen (v. a. die Edellaubgehölze) ihr Hauptvorkommen in diesen Wäldern noch in der Krautschicht haben (vgl. Kap. 5.1.1.) und damit nur wenig Fläche decken im Gegensatz zu Hänge-Birke und Sal-Weide, die hauptsächlich als Bäume in den Beständen auftreten. Mit zunehmender Maturität der Bestände ist sicherlich eine Umverteilung zugunsten der zum jetzigen Zeitpunkt noch wenig bestandbildenden Sippen zu erwarten, v. a. zugunsten der

Sippen aus *Querco-Fagetea*-Gesellschaften. Auch *Robinia pseudoacacia* (Robinie), die mittlerweile vor allem im subkontinentalen Klimabereich Deutschlands auf Industriebrachen in hohem Maße bestandsbildend ist, spielt in den urban-industriellen Vorwäldern des Ruhrgebietes nur eine untergeordnete Rolle (s. Abb 14).



Abb. 15: Von Hänge-Birke (*Betula pendula*) und Sal-Weide (*Salix caprea*) dominierter Vorwaldbestand auf der Untersuchungsfläche "Alma"

Die gut ausgebildete Strauchschicht der urban-industriellen Vorwälder spiegelt sich in den relativ hohen Deckungswerten der Sträucher und Scheinsträucher wider (s. Abb. 16). Es traten v. a. verschiedene Brombeer-Sippen wie *Rubus elegantispinosus*, *Rubus pyramidalis*, *Rubus armeniacus*, *Rubus camptostachys* sowie weitere Brombeer-Sippen in Erscheinung, die nicht genau determinierbar waren und als *Rubus* div. spec. zusammengefasst wurden. Die Ergebnisse decken sich mit denen von DETTMAR (1992), der die Vielzahl der verschiedenen Brombeer-Sippen auf Industriebrachen im Ruhrgebiet beschreibt. Hierbei kam es zu einem sehr interessanten Teilergebnis: die Schlankstachelige Brombeere (*Rubus elegantispinosus*) erreichte mehr als das Doppelte der Flächendeckung der Armenischen Brombeere (*Rubus armeniacus*), die nach KEIL & LOOS (2004) als die häufigste Brombeer-Sippe auf Industriebrachen des Ruhrgebietes gilt und sich auf jeder Brache, meist in den frühen Sukzessionsstadien, in großen Beständen findet. Auf die

große Rolle, die *Rubus elegantispinosus* in Gebüschgesellschaften industrieller Brachflächen des Ruhrgebietes spielt, verweisen schon REBELE & DETTMAR (1996). Möglicherweise wird *Rubus armeniacus*, die in den Verbuschungsstadien dominant ist, in den Vorwaldstadien von *Rubus elegantispinosus* abgelöst. *Rubus elegantispinosus* gilt nach OBERDORFER (1994) zwar nicht als "echte" Wald-Brombeere, ist aber zumindest an Waldrändern zerstreut bis häufig. Im Ruhrgebiet wird *Rubus elegantispinosus* jedoch auch regelmäßig in Wäldern beobachtet, z. T. neben nemophilen Brombeer-Sippen wie *Rubus pedemontanus* (Loos, mündl. Mitt.). Nach ELLENBERG et al (1992) besitzt *Rubus elegantispinosus* die gleiche Lichtzahl wie *Rubus armeniacus* (L8 = Volllichtzeiger), was jedoch nach genannten und eigenen Beobachtungen kaum zutreffen kann. Immerhin war auch die "echte" Wald-Brombeersippe *Rubus pyramidalis* in den Vorwaldstadien schon etwas mehr bestandsbildend als *Rubus armeniacus* (s. Abb. 16). Die Vielzahl der Brombeer-Sippen in den Vorwäldern ist wohl einerseits als Relikt vorheriger Sukzessionsstadien (Verbuschungsstadien) zu interpretieren, andererseits müssen sie, da es sich (mit Ausnahme von *Rubus pyramidalis*) nicht um nemophile Sippen handelt, auch als Störungszeiger gedeutet werden und profitieren wahrscheinlich von der günstigen Stickstoffversorgung und dem noch günstigen Lichthaushalt der Standorte (vgl. auch Kap. 5.1.6 u. 5.1.7.). Auch *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder) als Nitrophyt war in den Untersuchungsflächen sehr bestandsbildend. Weitere vegetationsaufbauende Sippen der Strauchschicht in den untersuchten Vorwälder waren *Crataegus monogyna* agg., *Cornus sanguinea*, *Cornus sericea* und *Buddleja davidii* (s. Abb. 16).

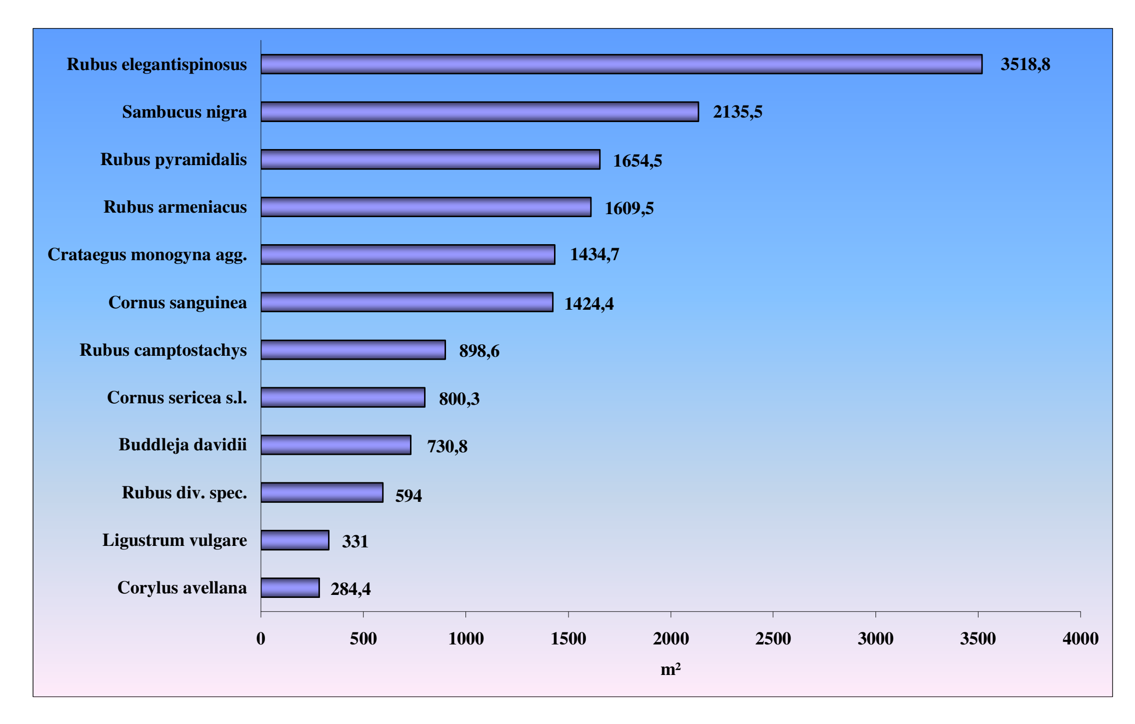


Abb. 16: Gemittelte Deckungswerte der am meisten bestandsbildenden Sträucher und Scheinsträucher in m²

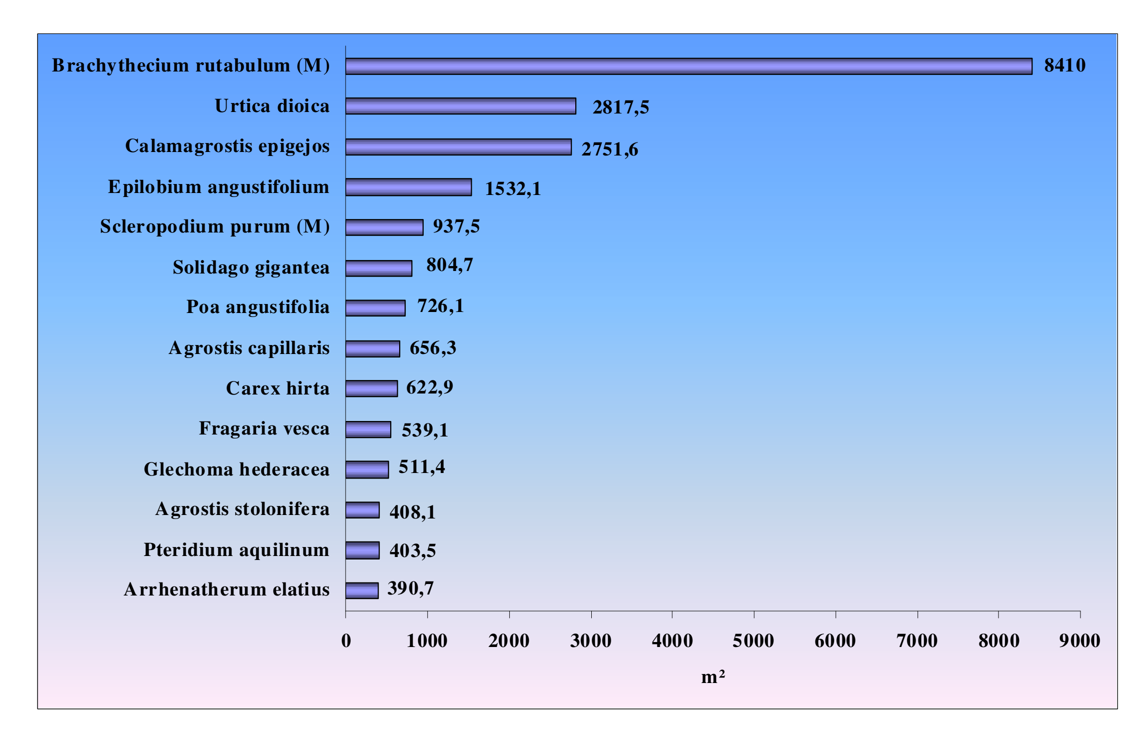


Abb. 17: Gemittelte Deckungswerte der am meisten bestandsbildenden nicht-holzigen Taxa in m² (M = Moostaxon)

Die gemittelten Deckungswerte der am meisten bestandsbildenden nicht-holzigen Pflanzen (höhere und niedere Pflanzen) sind in Abb. 17 dargestellt. Den höchsten Wert erzielte das ubiquitäre Moos *Brachythecium rutabulum*, das nach der Hänge-Birke auch die steteste Sippe in den Untersuchungsflächen war (s. auch Anhang VI). Dabei dürfte *Brachythecium rutabulum* wohl als eine der anspruchslosesten Moos-Sippen gelten (DÜLL 1985) und ist daher in der Lage, auch edaphisch ungünstigste Standorte – und als dies müssen Industriebrachen zweifelsohne gelten – sowie Rohböden zu besiedeln. Auf dem zweiten Rang folgt die Große Brennessel (*Urtica dioica*), die vermutlich ebenfalls wie die nitrophilen Sträucher und Scheinsträucher von der günstigen Stickstoffversorgung der Standorte profitiert (vgl. Kap. 5.1.6 u. 5.1.7.), gefolgt vom Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*), das als Pionierart in der Lage ist, durch unterirdische Ausläufer neu entstandene, offene Flächen rasch zu besiedeln. Weitere bestandsbildende Gramineen wie *Poa angustifolia*, *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera* und *Arrhenatherum elatius* sind am Aufbau des grasreichen Birkenvorwald-Stadiums (s. Abb. 7) beteiligt.

Die Art *Epilobium angustifolium* verfügt ebenfalls wie *Betula pendula* und *Salix caprea* über leichte, flugfähige Diasporen (DÜLL & KUTZELNIGG 1994), die in großen Mengen produziert werden und dann vom Wind über weite Strecken transportiert werden können, was sie zu einer Pionierart neu entstandener, offener Standorte macht. Daher ist sie eine der ersten Arten, die auf Brand- oder Rodungsflächen im Wald auftritt, was ihr den umgangssprachlichen Namen "Feuerkraut" einbrachte (DÜLL & KUTZELNIGG 1994). Das Moos *Scleropodium purum* ist nach WIRTH & DÜLL (2000) eine Art lichter, meist nährstoffreicher Standorte und fast immer auf gestörten Standorten anzutreffen. Die adventive Sippe *Solidago gigantea* ist durch eine stark ausgeprägte Polykormonbildung sehr konkurrenzkräftig und in der Lage, neu entstandene Standorte schnell zu besiedeln. Mit *Fragaria vesca* war unter den am meisten bestandsbildenden Arten immerhin schon eine nemophile Art zu verzeichnen (vgl. Kap. 5.1.2.). Es wird in Abb. 17 erkenntlich, dass es noch überwiegend Pionierarten sind, welche die Kraut- und Moosschicht der urban-kinustriellen Vorwälder stellen.

Bei der Ermittlung der gemittelten Deckungswerte fiel auf, das die beiden anökophytischen Gehölzsippen *Populus maximowiczii*-Hybride und *Populus nigra* var. '*Italica*'-Hybride anscheinend kalkstet sind. Ihr Vorkommen war auf Standorte mit basischem Ausgangssubstrat beschränkt, sie kamen in allen Brachflächen der Stahlindustrie ("Landschaftspark DU-Nord", "Sinteranlage DU-Beek", "Westpark / Jahrhunderthalle") vor (s. Abb. 18), auf der Untersuchungsfläche "Zollverein" waren sie nur auf den Standorten bestandsbildend, wo zwischen den stillgelegten Gleisanlagen Kalkschotter als Substrat vorhanden war (s. Anhang VI). In den Untersuchungsflächen "Landschaftspark DU-Nord", "Zollverein" und "Westpark / Jahrhunderthalle" waren beide Sippen in etwa in gleichem Maße bestandsbildend, nur auf der Untersuchungsfläche "Sinteranlage DU-Beek" war die Sippe *Populus maximowiczii*-Hybride stärker am Aufbau der Vorwälder beteiligt.

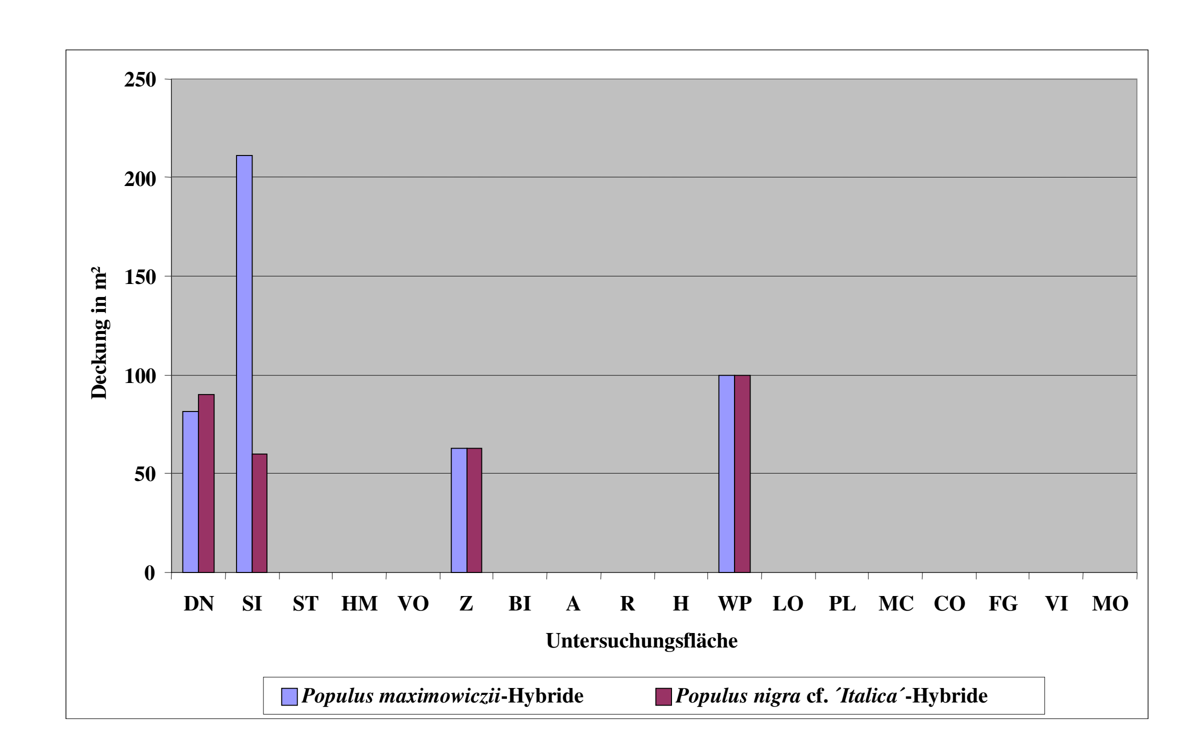


Abb. 18: Auftreten und Deckung der beiden anökophytischen Gehölztaxa *Populus maximowiczii*-Hybride und *Populus nigra* cf. '*Italica*'-Hybride in den Vegetationsaufnahmen der jeweiligen Untersuchungsfläche (Erläuterung der Abkürzungen s. Abkürzungsverzeichnis Anhang VI)

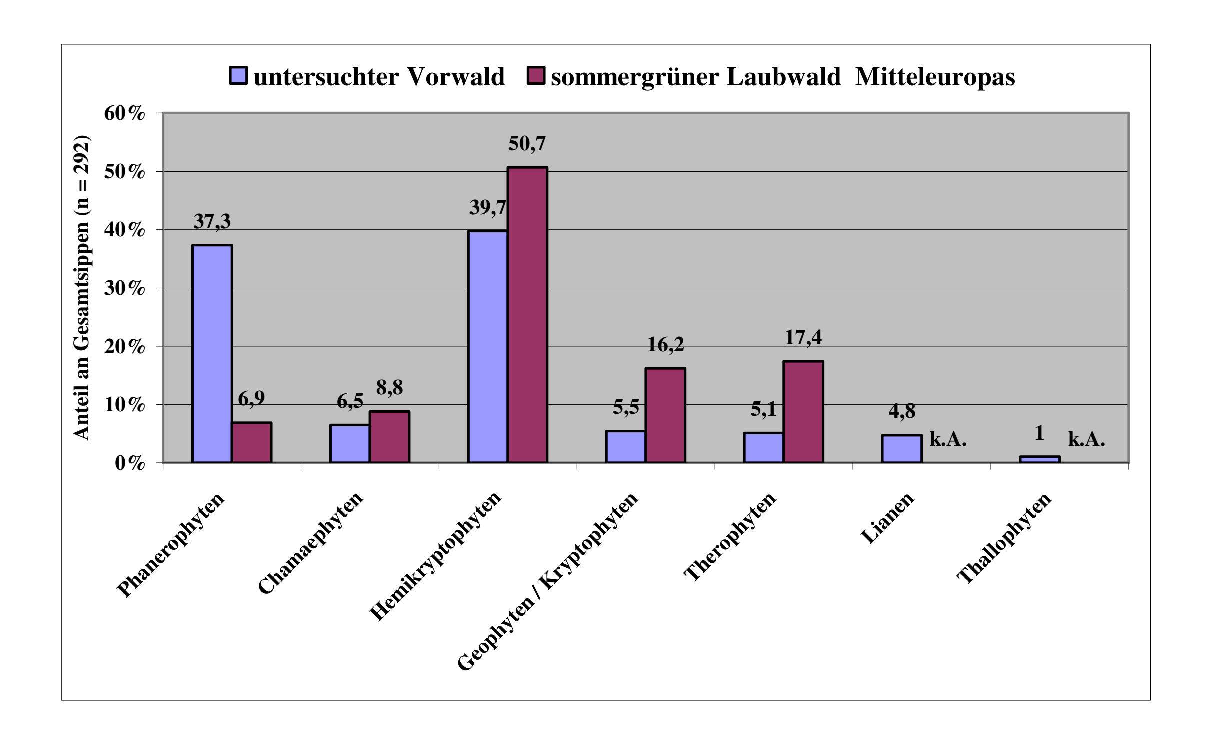


Abb. 19: Lebensformenspektrum der untersuchten Vorwälder im Vergleich zum sommergrünen Laubwald Mitteleuropas (nach HOFMANN 1985)

In Abb. 19 ist die Verteilung der Lebensformen in den untersuchten Vorwaldbeständen im Vergleich zum sommergrünen Laubwald Mitteleuropas nach HOFMANN (1985) dargestellt. Das ermittelte Lebensformenspektrum zeigt, das in den urban-industriellen Vorwäldern des Ruhrgebietes die Hemikryptophyten mit 39,72 % des Gesamtsippenspektrums am häufigsten vertreten sind, wie dies auch im sommergrünen Laubwald unserer gemäßigten Breiten der Fall ist. Auffallend ist der hohe Anteil der Phanerophyten (Bäume, Sträucher und Scheinsträucher) in den urban-industriellen Vorwäldern, welche mit 37,33 % nur unwesentlich weniger vertreten sind und die zweithäufigste Lebensform stellen. Bezüglich der Lebensformenverteilung besteht also noch ein großer Unterschied zur Formation des sommergrünen Laubwaldes, wo die Phanerophyten von allen fünf Lebensformen am wenigsten Anteil am Lebensformenspektrum haben (vgl. Abb. 19). Das bedeutet, dass die Konkurrenzsituation zwischen den Gehölzen in der Baum- und Strauchschicht dieser Wälder extrem hoch ist. Welche Baumart sich dabei letztendlich im Wettbewerb durchsetzen wird, hängt in starkem Maße von der Entwicklung des Lichthaushaltes sowie der edaphischen Verhältnisse ab.

Der mit 5,48 % niedrige Anteil der Geophyten/Kryptophyten hängt sicherlich mit den (noch) wenig entwickelten Böden der Industriebrachen zusammen, die häufig einen sehr flachgründigen Charakter aufweisen und so ungünstig für die Überdauerung der Speicherorgane dieser Lebensform sind. Auch der Anteil der Therophyten von 5,14 % ist in den Vorwaldstadien wesentlich niedriger als im sommergrünen Laubwald, was wahrscheinlich mit den oft frischen Standortsverhältnissen, die auf Grund der starken Verdichtung des Ausgangssubstrates vorherrschen, einhergeht (vgl. auch Kap. 5.1.7.).

Differenziert man die Lebensform der Phanerophyten (s. Abb. 20) wird deutlich, das innerhalb der Gehölze die Bäume (Makro-Phanerophyten i.w.S.) mit 53 Sippen (= 47 %) die am häufigsten vertretene Gruppe sind, gefolgt von den Sträuchern (Meso- und Nano-Phanerophyten i. w. S.) mit 43 Sippen (= 38 %). Die Pseudophanerophyten (Scheinsträucher nach WEBER 1999) traten mit 13 Sippen (= 11 %) auf und sind ausschließlich auf die Gattung *Rubus* (Brombeere) beschränkt. Als Spreizklimmer sind sie sehr konkurrenzfähig und können daher große Flächen mit ihren Trieben überdecken, was auch der Grund für ihren hohen Anteil am Bestandsaufbau urban-industrieller Vegetation ist (vgl. Kap. 5.1.4.). Die verholzten Lianen spielen in den untersuchten Vorwaldbeständen mit 5 Sippen (= 4 %) eher eine untergeordnete Rolle.

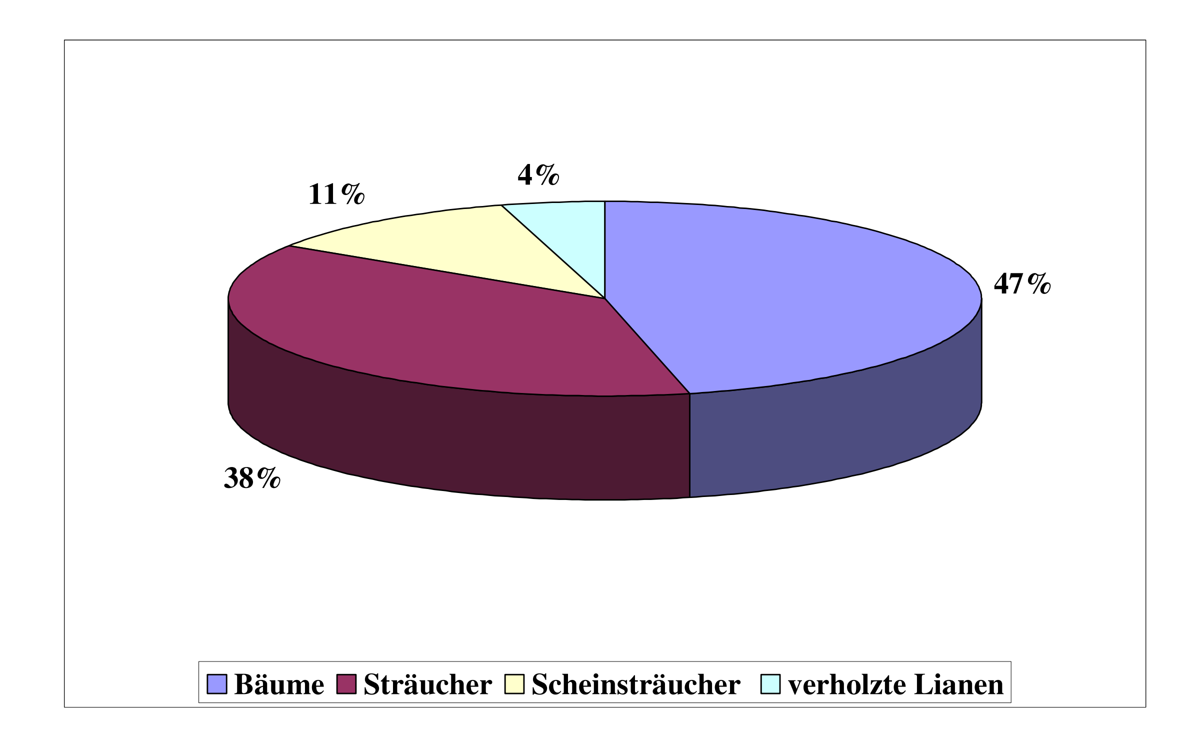


Abb. 20: Verteilung der Gehölze innerhalb der Phanerophyten (n = 114)

5.1.5. Pflanzensoziologische Einordnung der untersuchten Bestände

Nach WILMANNS (1998) ist die syntaxonomische Zuordnung der Vorwald-Gesellschaften schwierig, gibt es doch auf dem Weg zur Klimax "eine bunte Mischung von Lebensformen und Altersstufen." Diese Problematik wird auch dadurch deutlich, dass die Vorwälder von verschiedenen Autoren in unterschiedliche Syntaxa – und hier sogar in unterschiedliche Klassen – gestellt werden. Nach OBERDORFER (1992) und WILMANNS (1998) gehören diese Vorwälder in die Klasse *Epilobietea angustifolii* (Schlagfluren), wogegen sie WEBER (1999) in die Klasse *Rhamno-Prunetea* (Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche) stellt. Dabei führt zusätzlich der allzu unbedachte Umgang mit den beiden fest definierten Begriffen "Wald" und "Gebüsch" zu weiteren Missverständnissen. Auf nicht zu nährstoffarmen Böden siedeln sich auf Waldschlägen oder durch Zusammenbruch geprägten Waldbeständen, selten reicheren Ausbildungen des *Luzulo-Fagetum* (Hainsimsen-Buchenwald), meist ärmeren Ausbildungen des *Galio odorati-Fagetum* (Waldmeister-Buchenwaldes) und des *Stellario-Carpinetum* (Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwaldes), Vorwaldgebüsche des Verbandes *Sambuco racemosae-Salicion capreae* (Traubenholunder-Lichtungsgebüsche) an (WEBER 1999). Diese bilden ein Bindeglied innerhalb einer Sukzessionsreihe von krautigen Schlagfluren der Klasse *Epilobietea angustifolii* hin zu Hochwäldern bzw. der Klimaxgesellschaft auf den entsprechenden Standorten (WEBER 1999). Die zu diesem Verband zugehörige Gesellschaft des *Salicetum capreae* (Weidenröschen- Salweiden-Gebüsch) wurde bereits von SCHREIER (1955) auch außerhalb natürlicher bzw. naturnaher Standorte auf Trümmerschuttflächen zerstörter Großstädte beschrieben, wo durch Mörtel und Putz kalkreiche Rohböden vorherrschten (WEBER 1999). Der von OBERDORFER (1978) neu geschaffene und auch heute noch oft gebräuchliche Name *Epilobio angustifolii-Salicetum capreae* ist ein illegitimer Name, da das von SCHREIER (1955) beschriebene Syntaxon Priorität genießt. Nach GÖDDE (1986) ist diese Gesellschaft auch heute noch in Großstädten weit verbreitet, so z. B. in Essen, Münster und Düsseldorf. Die Gesellschaft besiedelt also auch naturferne urban-industrielle Standorte, so z. B. Kiesgruben, Steinbrüche, Halden und abgeräumten Flächen an Bergwerken (WEBER 1999). Nach REIDL (1989) ist das *Epilobio-Salicetum* (= *Salicetum capreae*) jedoch keine Gesellschaft der Bergehalden, da der niedrige Basengehalt dieser Standorte eher eine Besiedlung mit *Betula pendula* begünstigt und *Salix caprea* eher Standorte mit höheren pH-Werten besiedelt.

In Abb. 21 ist zur Übersicht die syntaxonomische Einordnung der Vorwald-Gebüsche nach WEBER (1999) dargestellt.

Klasse:	***Rhamno-Prunetea*** GODAY & CARBONELL ex TÜXEN 1962 (Schlehen- und Traubenholunder-Gebüsche)
Ordnung:	***Sambucetalia racemosae*** OBERDORFER ex PASSARGE 1963 (Traubenholunder-Gebüsche)
Verband:	***Sambuco racemosae-Salicion capreae*** TÜXEN & NEUMANN ex OBERDORFER 1957 (Traubenholunder-Lichtungs-Gebüsche)
Assoziation:	***Salicetum capreae*** SCHREIER 1955 = *Epilobio-Salicetum capreae* OBERDORFER 1957 (Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch

Abb. 21: Syntaxonomische Stellung der Vorwald-Gebüsche (nach WEBER 1999)

KLEINKNECHT (2001) beschreibt aus Bergbaufolgelandschaften des Braunkohlenbergbaus im Leipziger Südraum eine neue Assoziation natürlich aufgewachsener Birken-Zitterpappel-Vorwälder, das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* Kleinknecht 2001. Die Gesellschaft wird dem Verband *Sambuco racemosae-Salicion capreae* TÜXEN & NEUMANN ex OBERDORFER 1957 zugeordnet und erweitert diesen um einen nährstoffarmen Flügel.

In den untersuchten Vorwaldbeständen traten sowohl Charakterarten der *Rhamno-Prunetea* (s. Abb. 22) als auch der *Querco-Fagetea* (s. Abb. 23) auf. Zwar waren Charakterarten aus *Querco-Fagetea*-Gesellschaften quantitativ häufiger (25 Arten) als Charakterarten der *Rhamno-Prunetea* (17 Arten) und erreichten auch höhere Stetigkkeiten (s. Abb. 23), es trat aber keine einzige Assoziationscharakterart der *Querco-Fagetea* auf, wogegen mit *Epilobium angustifolium* (Stetigkeitsklasse III) und *Hieracium piloselloides* agg. (Stetigkeitsklasse I) zwei Assoziationscharakterarten der *Rhamno-Prunetea* in den Beständen auftraten, auch wenn keine von ihnen der Stetigkeitsregel genügt (s. Abb. 22 und Anhang VI).

Die untersuchten Bestände werden auf Grund des Auftretens zahlreicher Klassencharakterarten der *Rhamno-Prunetea* wie *Crataegus monogyna* agg., *Cornus sanguinea*, *Rubus elegantispinosus*, *Clematis vitalba*, *Rhamnus cathartica*, *Corylus avellana*, *Prunus spinosa* und *Rosa* cf. *canina* - welche auch z. T. recht hohe Stetigkeiten erreichen (max. Stetigkeitsklasse IV; s. Abb. 22) - in diese Klasse

eingeordnet. Bemerkenswert ist die recht hohe Stetigkeit von *Epilobium angustifolium* (Stetigkeitsklasse III; s. Abb. 22), die als Charakterart der Assoziation *Salicatum capreae* (Weidenröschen-Salweiden-Gebüsch) gilt. Es konnten aber auch schon krautige Charakterarten der bodensauren Eichenwälder (*Quercetalia robori petraeae*) wie *Carex pilulifera*, *Veronica officinalis*, *Viola riviniana*, *Hieracium lachenalii* agg., *Hieracium sabaudum* agg. in den Beständen nachgewiesen werden, allerdings nur mit geringen Stetigkeiten (max. Stetigkeitsklasse II; s. Abb. 22). Auch die in den Aufnahmen vorkommenden Sippen *Dicranella heteromalla*, *Polytrichum formosum*, *Scleropodium purum*, *Lonicera periclymenum* und *Pteridium aquilinum* werden von einigen Autoren (u. a. HÄRDTLE et al. 1997) als Ordnungs- und Verbandscharakterarten der bodensauren Eichenmischwälder (Ordnung *Quercetalia robori-petraeae*, Verband *Quercion robori-petraeae*) genannt, da sie jedoch auch in bodensauren Buchenwäldern (Unterverband *Luzulo-Fagenion*) auftreten (POTT 1995) und demnach eine weite soziologische Amplitude aufweisen ist ihr syntaxonomischer Indikatorwert eher als kritisch zu betrachten.

Syntaxon	**Taxon**	**Abs.H.**	**Stet.**
KC *Rhamno-Prunetea*	*Crataegus monogyna* agg.	97	IV
	Cornus sanguinea	67	III
	Rubus elegantispinosus	63	III
	Rosa cf. *canina*	59	III
	Corylus avellana	42	II
	Euonymus europaeus	22	I
	Clematis vitalba	15	I
	Rhamnus cathartica	8	I
	Rubus macrophyllus	4	I
	Rubus sprengelii	6	I
	Prunus spinosa	3	I
	Rubus vestitus	1	I
OC *Sambucetalia racemosae*	*Salix caprea*	101	V
	Rubus idaeus	11	I
	Sambucus racemosa	5	I
AC *Salicetum capreae*	*Epilobium angustifolium*	67	III
AC *Hieracio-Betuletum*	*Hieracium piloselloides* agg.	11	I
	Σ 17		

Abb. 22: Charakterarten der *Rhamno-Prunetea* (nach WEBER 1999) und ihre Häufigkeit in den Vegetationsaufnahmen (n = 120)

Syntaxon	Taxon	Abs.H.	Stet.
KC *Querco-Fagetea*	*Quercus robur*	103	V
	Lonicera xylosteum	27	II
	Quercus petraea	7	I
	Hedera helix	3	I
	Poa nemoralis	3	I
	Brachypodium sylvaticum	2	I
OC *Fagetalia sylvaticae*	*Acer pseudoplatanus*	82	IV
	Fraxinus excelsior	78	IV
	Acer platanoides	50	III
	Dryopteris filix-mas	44	II
	Carpinus betulus	37	II
	Epipactis helleborine	36	II
	Scrophularia nodosa	21	I
	Tilia cordata	8	I
	Fagus sylvatica	6	I
	Tilia platyphyllos	2	I
	Ulmus glabra	2	I
VC *Tilio-Acerion*	*Polystichum aculeatum*	1	I
OC *Quercetalia robori-petraeae*	*Agrostis capillaris*	27	II
	Hieracium lachenalii agg.	18	I
	Hieracium sabaudum agg.	11	I
	Veronica officinalis	3	I
	Viola riviniana s.l.	3	I
	Carex pilulifera	2	I
	Luzula multiflora	2	I
	Σ 25		

Abb. 23: Charakterarten der *Querco-Fagetea* (nach POTT 1995 & WILMANNS 1998) und ihre Häufigkeit in den Vegetationsaufnahmen (n =120)

5.1.6. Ökologische Gruppen

I. Ökologische Gruppe mit nitrophilen Arten (Spalte 20-120):

Die erste Gruppe umspannt genau 100 (83,33 %) der Aufnahmen und wird von 25 stickstoffliebenden Sippen aufgebaut (s. Anhang VI). Dabei erreichen *Urtica dioica* und *Sambucus nigra* die Stetigkeitsklasse III, *Galium aparine* und *Epilobium ciliatum* noch Stetigkeitsklasse II. Innerhalb der Gruppe kommt es sowohl mit hygrophilen Sippen (II. Gruppe) als auch mit basiphilen Sippen (III. Gruppe) zu Überlagerungen.

II. Ökologische Gruppe mit hygrophilen Arten (Spalte 33-120):

Die zweite Gruppe umspannt 88 (73,33 %) der Aufnahmen und umfasst insgesamt 28 Feuchtigkeitszeiger (s. Anhang VI). Dabei erreicht *Ribres rubrum* als einzige Sippe die Stetigkeitsklasse II, häufigere Sippen sind *Agrostis stolonifera*, *Epilobium parviflorum* und *Humulus lupulus*. Diese ökologische Gruppe spiegelt weitgehend

die Verdichtung der Ausgangssubstrate wider, die starke Vernässungserscheinungen des (Roh-)Bodens zur Folge hat. Am eindruckvollsten konnten diese Erscheinungen in der Untersuchungsfläche "Pluto" festgestellt werden, wo sogar Arten der Röhrichte wie *Phragmites australis*, *Lycopus europaeus* und der feuchten Hochstaudenfluren wie *Lysimachia vulgaris* auftraten (s. Anhang VI).

III. Ökologische Gruppe mit basiphilen Arten (Spalte 10-13 & 54-65):

In 16 (13,33 %) der Aufnahmen traten vermehrt basiphytische Sippen auf, wobei diese Gruppe 14 Sippen umfasst. Stetigkeitsklasse II erreichten in den Aufnahmen lediglich die zwei Gehölzsippen *Ligustrum vulgare* und *Rosa rubiginosa* (s. Anhang VI). Mit *Poa compressa* (Reaktionszahl 9) war sogar ein echter Kalk- und Basenzeiger in den Aufnahmen vertreten, der nicht nur auf die Brachen der Stahlindustrie mit ihren kalkreichen Substraten beschränkt war, sondern auch auf den Brachen der Kohlenindustrie auftrat- ebenso wie *Agrimonia eupatoria* und *Rubus caesius*.

IV. Säurezeiger (acidophile Sippen):

Im Aufnahmematerial traten die Säurezeiger wie *Ilex aquifolium*, *Deschampsia flexuosa*, *Digitalis purpurea*, *Carex pilulifera*, *Luzula multiflora* und *Pteridium aquilinum* sehr diffus auf, so dass keine eigene Gruppe gebildet werden konnte. Bemerkenswert sind hier die teilweisen hohen Artmächtigkeiten (bis 3) von *Pteridium aquilinum*, welcher ausschließlich in Untersuchungsflächen der Kohleindustrie ("Zollverein", "Rheinelbe", "Mont-Cenis", "Pluto") mit niedrigen pH-Werten (pH 4-5) auftrat.

5.1.7. Auswertung der Ellenberg´schen Zeigerwerte

In Abb. 24 sind die mittleren klimatischen Zeigerwerte (Median) der Standortfaktoren Licht, Temperatur und Kontinentalität dargestellt. Die größte Spannbreite weist hierbei der Faktor Licht auf, welcher Werte von 4 (zwischen "Schatten" und "Halbschatten" stehend) bis 7 ("Halblicht") aufweist. Mit Abstand am häufigsten war der Wert 7, den 84 Standorte (70 %) erreichten. Der Wert 6 (zwischen "Halbschatten" und "Halblicht" stehend) wurde für 23 Standorte (= 19,16 %) ermittelt, andere Werte bezüglich der Lichtzahl traten nur selten auf. Der Wert 4 (zwischen "Schatten" und "Halbschatten" stehend) wurde beispielsweise nur ein

einziges Mal erreicht. Der häufigste Wert bezüglich der Temperaturzahl war 5 ("Mäßigwärme"), wie er für die submontanen bis unteren Lagen charakteristisch ist. Er wurde von 73 Standorten (60,83 %) erreicht. Der Wert 6 (zwischen "Mäßigwärme" und "Wärme" stehend) trat an 37 Standorten (30,83 %) auf und zeigt eine Lage in der planaren bis collinen Stufe an.

Der häufigste Wert bei der Kontinentalitätszahl war 3 (zwischen "ozeanisch" und "subozeanisch" stehend), der bei 90 Standorten (75 %) erreicht wurde und der die Lage der Untersuchungsflächen und Standorte im westlichen, atlantisch getönten Mitteleuropa anzeigt (s. Abb. 24). Der Wert 4 ("subozeanisch"), der für weite Teile des zentralen Mitteleuropas charakteristisch ist, wurde von 24 Standorten (20 %) erreicht.

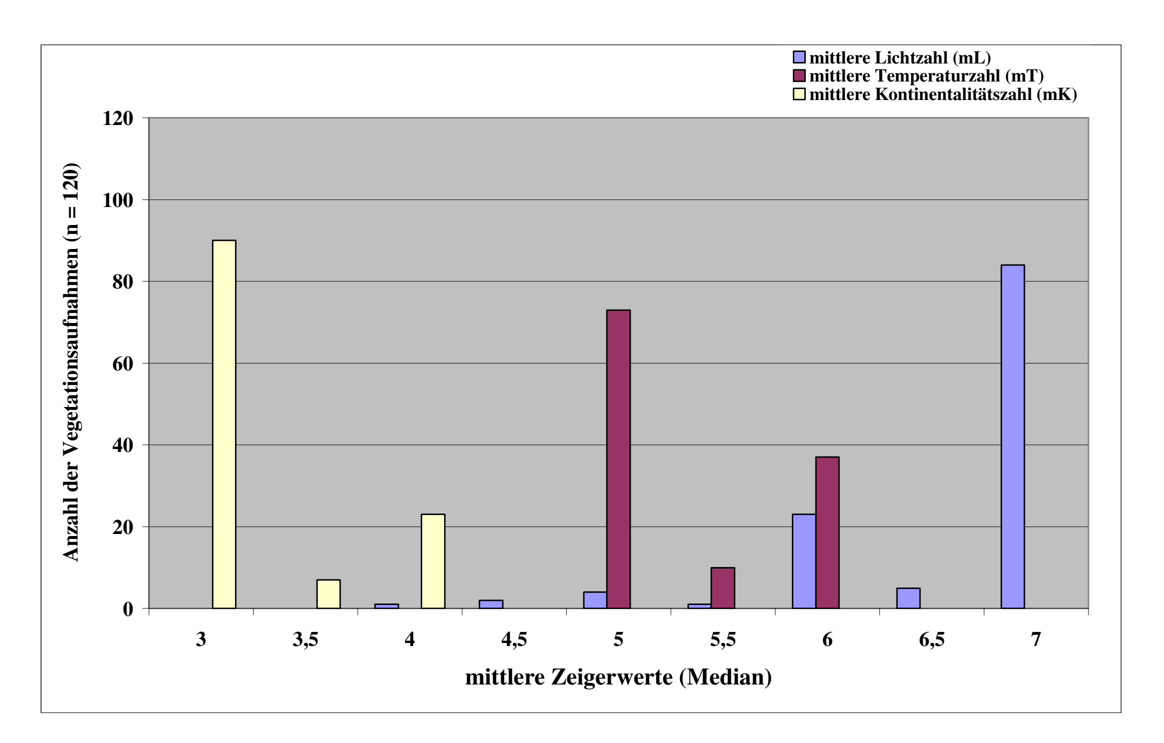


Abb. 24: Zeigerwertespektrum des Median klimatischer Standortfaktoren

In Abb. 25 sind die mittleren edaphischen Zeigerwerte (Median) der Standortfaktoren Feuchte, Reaktion und Stickstoffversorgung dargestellt. Bezüglich des Standortfaktors Bodenfeuchte weisen die Aufnahmen eine Spannbreite von 4 (zwischen "Trocknis" und "Frische" stehend) bis 6 (zwischen "Frische" und "Feuchte" stehend) auf. Bei dem überwiegenden Teil der Aufnahmen (105 Standorte = 87,5 %) wurde die Feuchtezahl 5 ermittelt, es handelt sich demnach schwerpunktmäßig um frische Standorte. Der Standortfaktor Bodenreaktion weist eine weitere Spannbreite als der Faktor Bodenfeuchte auf. Es wurden Reaktionswerte

von 4 (zwischen "Säure" und "Mäßigsäure" stehend) bis 7 ("schwach sauer bis schwach basisch") ermittelt. Für die Mehrzahl der Aufnahmen (84 Standorte = 70 %) wurde die Reaktionszahl 7 ermittelt, demnach sind die meisten Standorte nur schwach sauer bis schwach basisch. Die weiteste Spannbreite weist der Faktor Stickstoffversorgung auf. Die ermittelten Werte schwanken dabei zwischen 4 (zwischen "stickstoffarm" bis "mäßig stickstoffreich" stehend) und 8 ("ausgesprochen stickstoffreich"), auch wenn sowohl der Wert 4 als auch der Wert 8 nur in einer einzigen Aufnahme auftrat. Der in den Aufnahmen am häufigsten ermittelte Wert (73 Standorte = 61 %) bezüglich der Stickstoffversorgung war 6 (zwischen "mäßig stickstoffreich" bis "stickstoffreich" stehend), der zweithäufigste Wert (24 Standorte = 20 %) war 7 ("stickstoffreich").

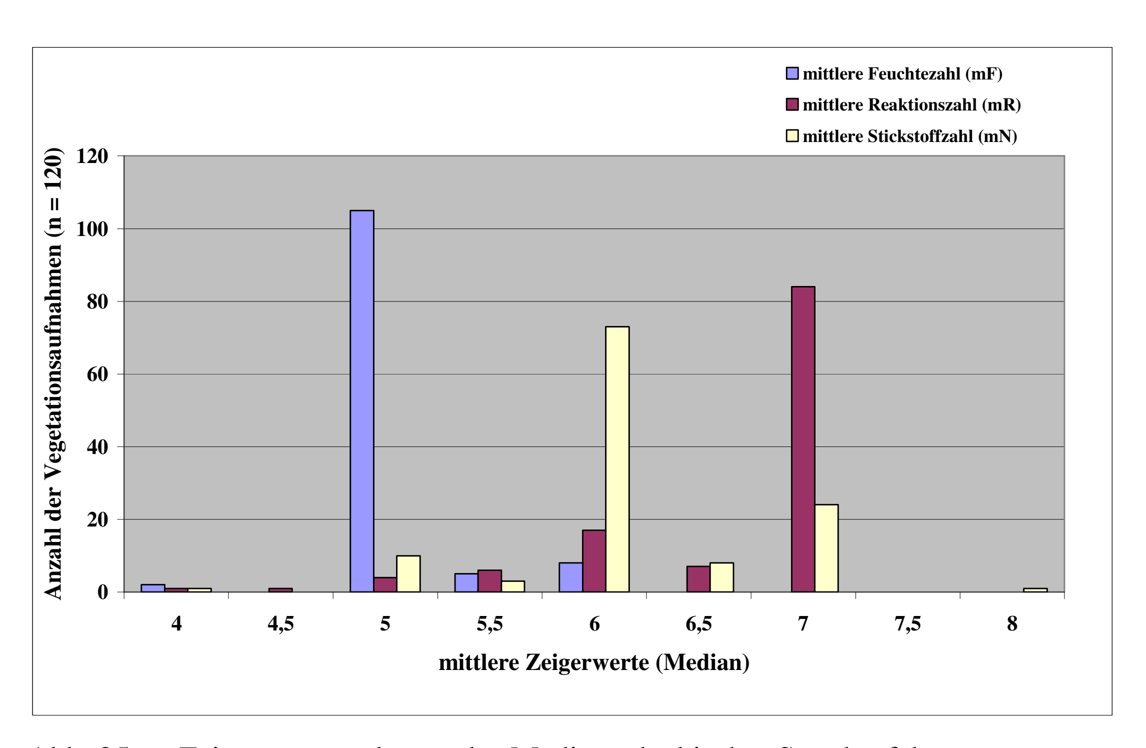


Abb. 25: Zeigerwertespektrum des Median edaphischer Standortfaktoren

Da die Stickstoffzahl über den essentiellsten Pflanzennährstoff Auskunft gibt und damit die wichtigste Zahl der Ellenberg´schen Zeigerwerte ist (ELLENBERG et al. 1992), wurde die Häufigkeitsverteilung des Faktors Stickstoff für die Gesamtsippen separat dargestellt (s. Abb. 26). Dabei fällt auf, das ca. einem Viertel (24,31 %) aller Sippen kein Wert zugeordnet werden konnte, da es sich hierbei um die große Gruppe der verwilderten Garten- und Zierpflanzen (Ergasiophygophyten) handelt, für die (noch) keine Zeigertwerte existieren (vgl. auch Kap. 5.2.4.). Magerkeitszeiger waren in den Untersuchungsflächen selten, den Wert 1 (= ausgesprochene Stickstoffarmut

zeigend) wiesen nur 0,68 % der Sippen auf, den Wert 3 (= Stickstoffarmut zeigend) nur 6,51 % aller Sippen. Der häufigste Wert war 6 (= zwischen mäßigen Stickstoffreichtum und Stickstoffreichtum stehend), den 13,31 % der Sippen zeigten. Nitrophyten, die Werte von 7 (= Stickstoffreichtum zeigend) bis 9 (= übermäßigen Stickstoffreichtum zeigend) umfassen, machten zusammen ca. ein Fünftel (21,56 %) der Sippen aus. Indifferent verhielten sich 11,3 % der Sippen.

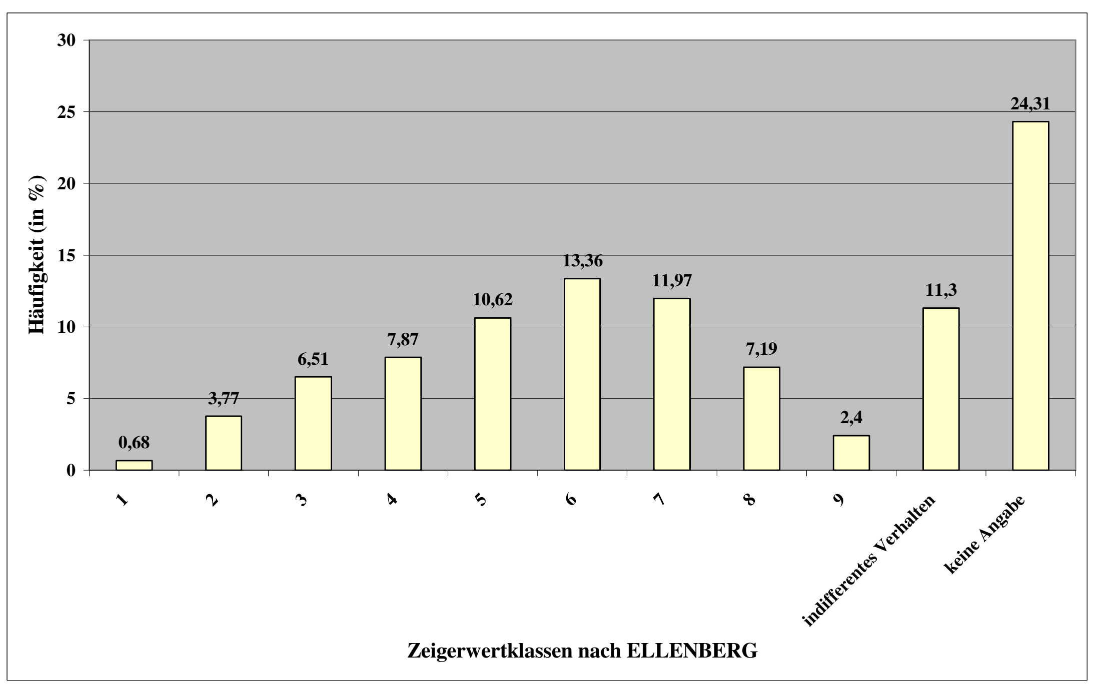


Abb. 26: Stickstoffverhalten der in den Vegetationsaufnahmen nachgewiesenen Pflanzensippen (n = 292)

5.2. Floristischer Teil

5.2.1. Phytodiversität

Nach HAEUPLER (2000) lässt sich die Phytodiversität (= Pflanzendiversität) auf der Ebene der Organisationsstufen in Lichenodiversität (= Flechtendiversität), Phycodiversität (= Algendiversität) und Embryophytadiversität (= Diversität der grünen Landpflanzen) unterteilen. Die Embryophytadiversität umfasst nach HAEUPLER (2000) die Bryophytadiversität (= Moosdiversität), die Pteridophyta-diversität (= Gefäßsporenpflanzendiversität) und die Spermatophytadiversität (= Samenpflanzendiversität). Die in dieser Diplom-Arbeit durchgeführten Unter-suchungen umfassen einerseits die Embryophytadiversität in den verschiedenen Untersuchungsflächen im West-Ost-Transekt, andererseits auch Untersuchungen zur Gehölzdiversität der urban-industriellen Vorwälder im Ruhrgebiet.

Die Artenmannigfaltigkeit, ausgedrückt als Verhältnis von Arten/Zahl, tendiert nach ODUM (1983) dazu, während der frühen Stadien der Sukzession bzw. der Gemeinschaftsentwicklung größer zu werden. ODUM (1983) begründet dies u. a. mit der ausgedehnten Nischenspezialisierung, welche in sich in der Initialphase einer Entwicklung befindlichen Ökosystemen stattfindet, wogegen die Nischenspezialisierung in Ökosystemen höherer Maturität bzw. der Klimax eng ist. Demnach ist die Diversität unmittelbar mit der Dynamik des Ökosystems verbunden (ODUM 1983).

Wie in Abb. 27 erkenntlich wird weist der Großteil der Vegetationsaufnahmen eine Gesamtsippenzahl zwischen 20 bis 40 Pflanzensippen auf. Artenarme Bestände (s. Abb. 28) mit weniger als 20 Pflanzensippen sind selten, ebenso Bestände mit mehr als 40 verschiedenen Sippen. Der Rangkorrelationskoeffizient von 0,74 zeigt einen relativ starken Zusammenhang zwischen Gesamtsippenzahl und Gehölzsippenzahl, d. h. mit zunehmender Anzahl der Sippen steigt auch der Anteil der Gehölze.

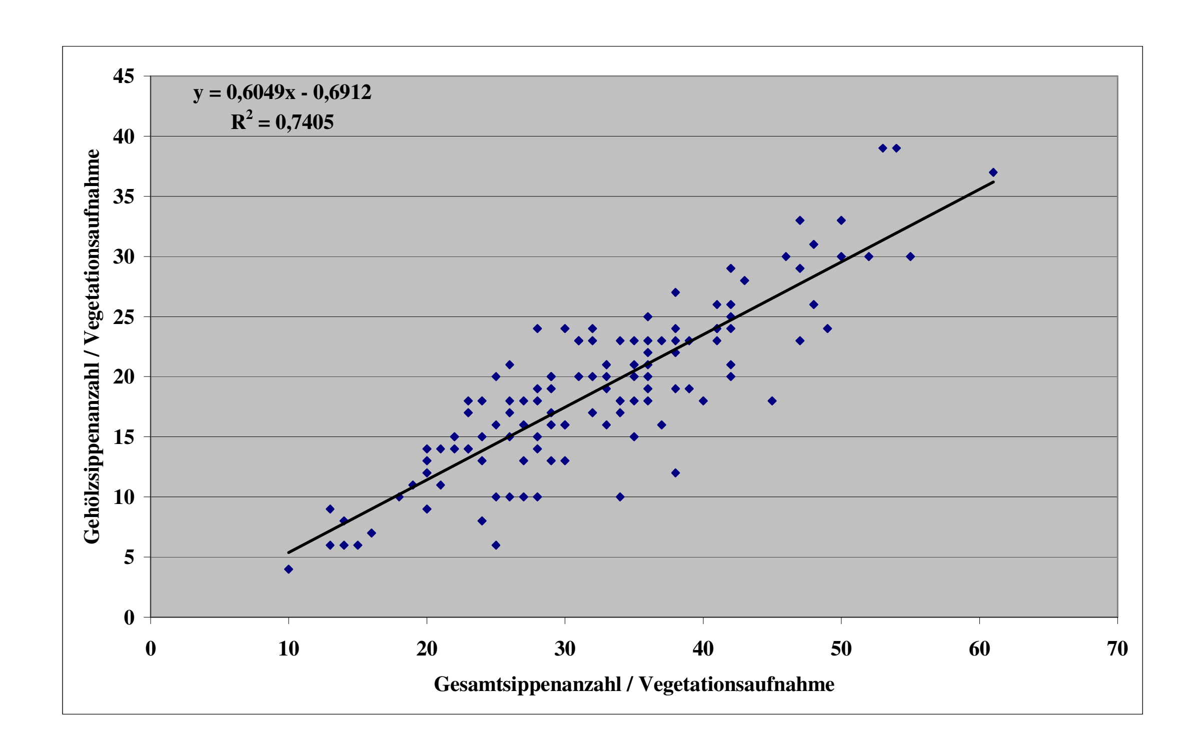


Abb. 27: Zusammenhang zwischen Gesamtsippenzahl und Gehölzsippenzahl der durchgeführten Vegetationsaufnahmen (n = 120)



Abb. 28: Krautarmer Birken-Pionierwald auf der Untersuchungsfläche "Rheinelbe"

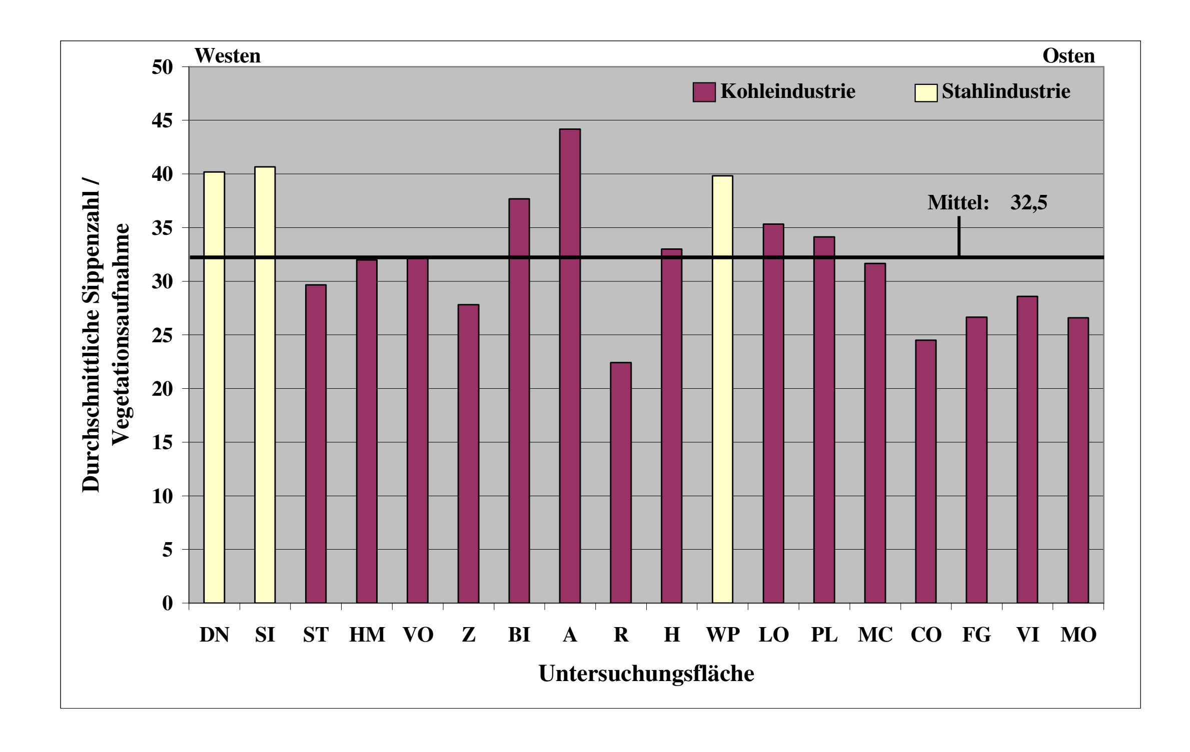


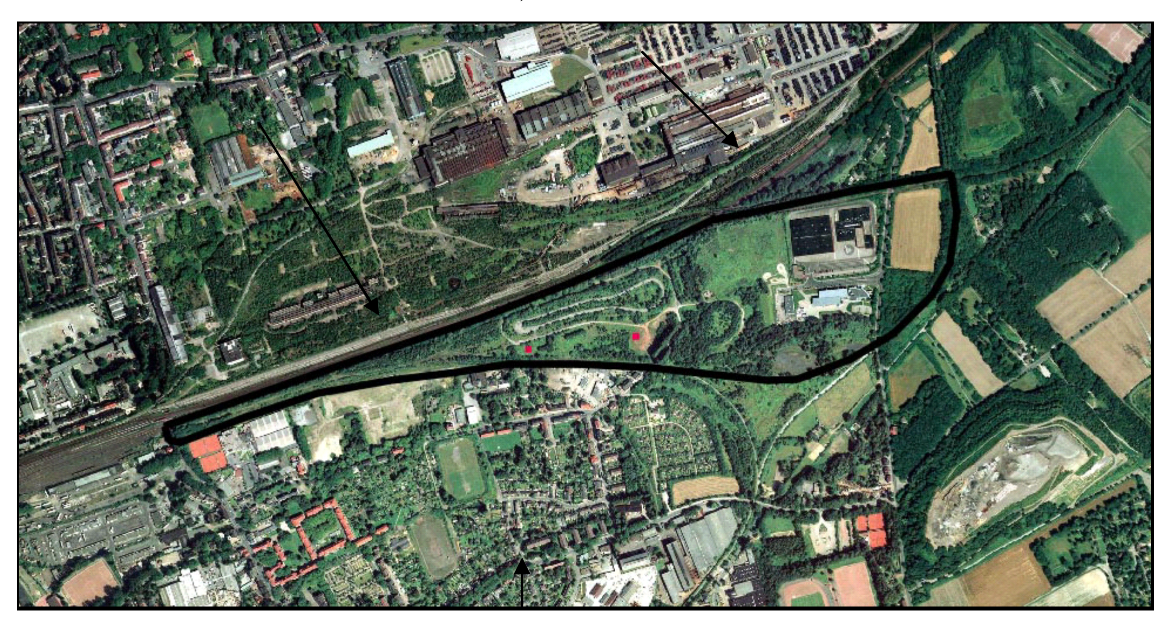
Abb. 29: Embryophytadiversität der untersuchten Vorwaldbestände im W-O-Transekt (Erläuterung der Abkürzungen s. Abkürzungsverzeichnis Anhang VI)

In Abb. 29 ist die Embryophytadiversität, d. h. die durchschnittliche Sippenzahl pro Vegetationsaufnahme der jeweiligen Untersuchungsfläche im West-Ost-Transekt differenziert nach Kohle- und Stahlindustrie dargestellt. Der mittlere Wert lag dabei bei 32,5 Sippen pro Vegetationsaufnahme. Auf drei Untersuchungsflächen ("Landschaftspark DU-Nord", "Sinteranlage DU-Beek", Zeche "Alma") erreichte die Artenzahl dabei Durchschnittswerte von über 40 Sippen pro Vegetationsaufnahme, bei acht Flächen wurden noch Werte von über 30 Sippen erreicht. Am artenreichsten waren die Vorwaldbestände auf der Untersuchungsfläche "Alma" (44,2 Sippen pro Vegetationsaufnahme), am artenärmsten die Bestände auf der Fläche "Rheinelbe" (22,4 Sippen pro Vegetationsaufnahme). Dies ist insofern beachtenswert, weil diese Fläche mit einer Entfernung von 2 km (Luftlinie) zu "Alma" nur eine sehr niedrige räumliche Distanz aufweist (s. Abb 5).

Erkenntlich wird auch, dass die Industriebrachen der Stahlindustrie ("Landschaftspark DU-Nord", "Sinteranlage DU-Beek", "Westpark / Jahrhunderthalle") artenreichere Bestände aufweisen als die Industriebrachen der Kohleindustrie, auch wenn die Untersuchungsfläche "Alma" eine Ausnahme darstellt. Hierfür ergeben sich mehrere Erklärungsansätze: einerseits kann durch die Nutzung der Stahlindustrie eine höhere Anzahl an Arten eingeschleppt worden sein als bei der Kohleindustrie, andererseits könnten diese Standorte für eine Ansiedlung von Arten – beispielsweise durch einen höheren pH-Wert – günstiger erscheinen. Ein interessanter Zusammenhang könnte hier auch zwischen dem Alter der Flächen und ihrer Artenzahl bestehen, denn die Brachflächen der Stahlindustrie wurden erst in den 1980er und 1990er Jahren stillgelegt (s. Tab. 1).

Eine mögliche Erklärung für den Artenreichtum auf "Alma" könnte in der Anbindung der Fläche an das Bahnwegenetz der Köln-Mindener-Eisenbahn liegen (s. Abb. 30), da schon seit längerer Zeit bekannt ist, dass solche linearen Strukturen von einigen Pflanzensippen wie z. B. *Saxifraga tridactylites* (LOOS 1998), *Rubus armeniacus*, *Robinia pseudoacacia* (KEIL & LOOS 2004) und *Rosa glauca* als Wanderwege genutzt werden (Ferroviatische Migration). Die Bedeutung von Bahnanlagen für Wanderungen der im Gelsenkirchener Raum ansässigen Amphibienfauna wurde bereits von HAMANN (1988) herausgestellt.

Abb. 30: Luftbild der Untersuchungsfläche "Alma" in Gelsenkichen-Ückendorf (Pfeile markieren den Verlauf der Köln-Mindener-Eisenbahn; Quelle: KVR Atlas 1999 CD-ROM)



5.2.2. Gehölzdiversität

Anhand der Vegetationsaufnahmen konnten in den untersuchten Flächen 114 verschiedene Gehölzsippen aus 29 Pflanzenfamilien nachgewiesen werden (s. Tab. 6 sowie Anhang II u. III). Nach SCHMIDT & WILHELM (1995) sind in Deutschland 44 Baum- und 87 Strauchsippen einheimisch. In den Untersuchungsflächen konnten 53 Baum- und 61 Strauchsippen nachgewiesen werden. Alle in Mitteleuropa vorkommenden Edellaubgehölzgattungen (*Acer*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Prunus*, *Sorbus*, *Tilia*, *Ulmus*) waren mit unterschiedlichen Stetigkeiten vertreten (s. Anhang II). Die *Rosaceae* (Rosengewächse) nehmen dabei mit ihren zahlreichen apomiktischen Sippen den ersten Rang ein, danach folgen die *Salicaceae* (Weidengewächse), die mit zahlreichen Bastarden innerhalb der Gattung *Salix* (Weide) in den Untersuchungsflächen auftraten (vgl. Anhang I). Das Familienspektrum umfasst eine Reihe von in Deutschland nicht einheimischen Familien (z. B. *Anacardiaceae*, *Buddlejaceae*, *Eleagnacea* etc.), die ausnahmslos nur mit jeweils einer Art vertreten waren (s. Tab. 6).

Tab. 6: Familienspektrum der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Gehölzsippen (n = 114)

Rang	Familie	Mit Sippen vertreten	Prozent
1	*Rosaceae*	38	33,3
2	*Salicaceae*	14	12,2
3	*Caprifoliaceae*	10	8,7
4	*Betulaceae*	7	6,1
5	*Aceraceae*	6	5,2
	Fagaceae	6	5,2
6	*Grossulariaceae*	4	3,5
7	*Oleaceae*	3	2,6
	Tiliaceae	3	2,6
8	*Cornaceae*	2	1,7
	Pinaceae	2	1,7
	Ulmaceae	2	1,7
9	*Anacardiaceae*	1	0,8
	Aquifoliaceae	1	0,8
	Araliaceae	1	0,8
	Berberidaceae	1	0,8
	Buddlejaceae	1	0,8
	Celastraceae	1	0,8
	Eleagnaceae	1	0,8
	Fabaceae	1	0,8
	Hippocastanaceae	1	0,8
	Hydrangaeaceae	1	0,8
	Ranunculaceae	1	0,8
	Rhamnaceae	1	0,8
	Scrophulariaceae	1	0,8
	Simaroubaceae	1	0,8
	Solanaceae	1	0,8
	Taxaceae	1	0,8
	Vitaceae	1	0,8
	∑ 29	**∑ 114**	**Σ 100**

In Abb. 31 ist der Anteil der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Gehölze am Gesamtsippenspektrum, welches insgesamt 292 Sippen umfasst, sowie am Spektrum aller 120 Vegetationsaufnahmen dargestellt, in denen insgesamt 3900 Sippen auftraten. Es konnten in den untersuchten Vorwäldern insgesamt 114 verschiedene Gehölzsippen nachgewiesen werden, was einem Anteil von 39 % der Gesamtsippen entspricht, bei den restlichen 178 Sippen handelt es sich um krautige und niedere Pflanzen, die zusammen einen Anteil von 61 % am Gesamtsippen spektrum ausmachen. Ermittelt man den Anteil und die Häufigkeit der Gehölze in allen Vegetationsaufnahmen, in denen sie auftraten, liegt ihr Anteil wesentlich höher, nämlich bei 58 % (2276 Sippen), und der Anteil der nicht-holzigen Taxa bei 42 % (1624 Sippen). Diese Darstellung vermittelt einen etwas realistischeren Wert über die tatsächliche Häufigkeit der Gehölze in den untersuchten Vorwaldbeständen.

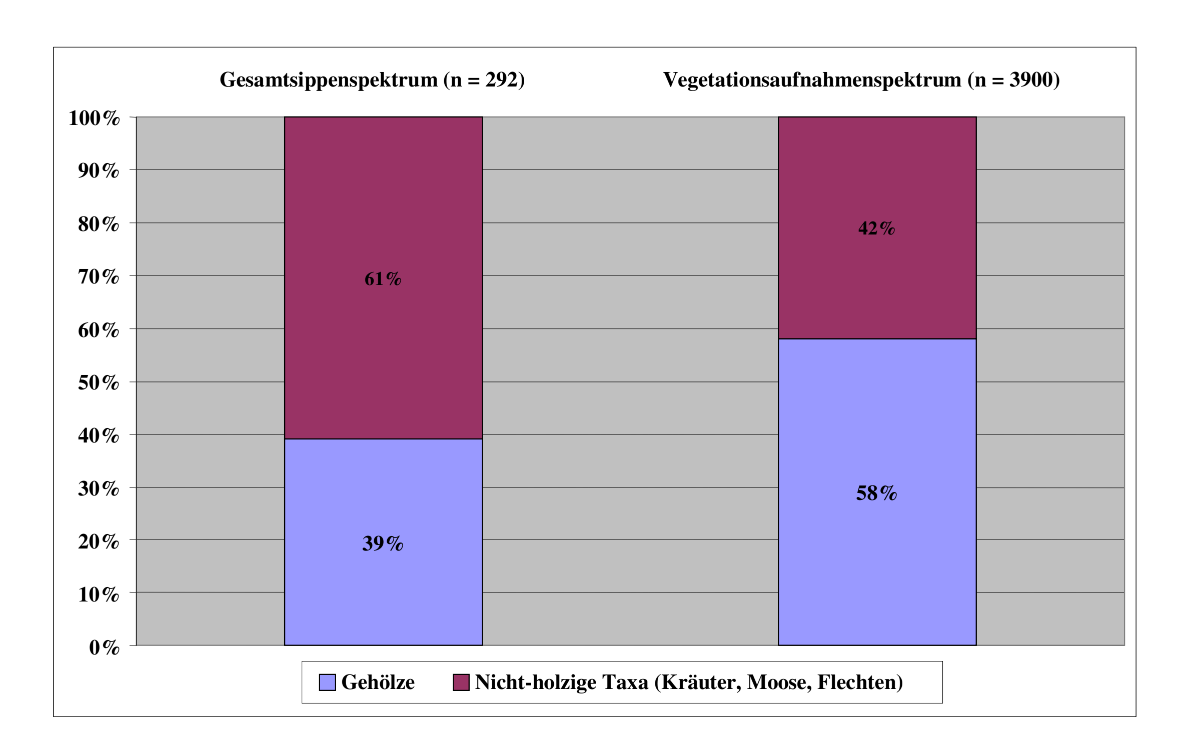


Abb. 31: Anteil der Gehölzsippen am Gesamtsippenspektrum (n = 292) sowie am Sippenspektrum aller Vegetationsaufnahmen (n = 3900)

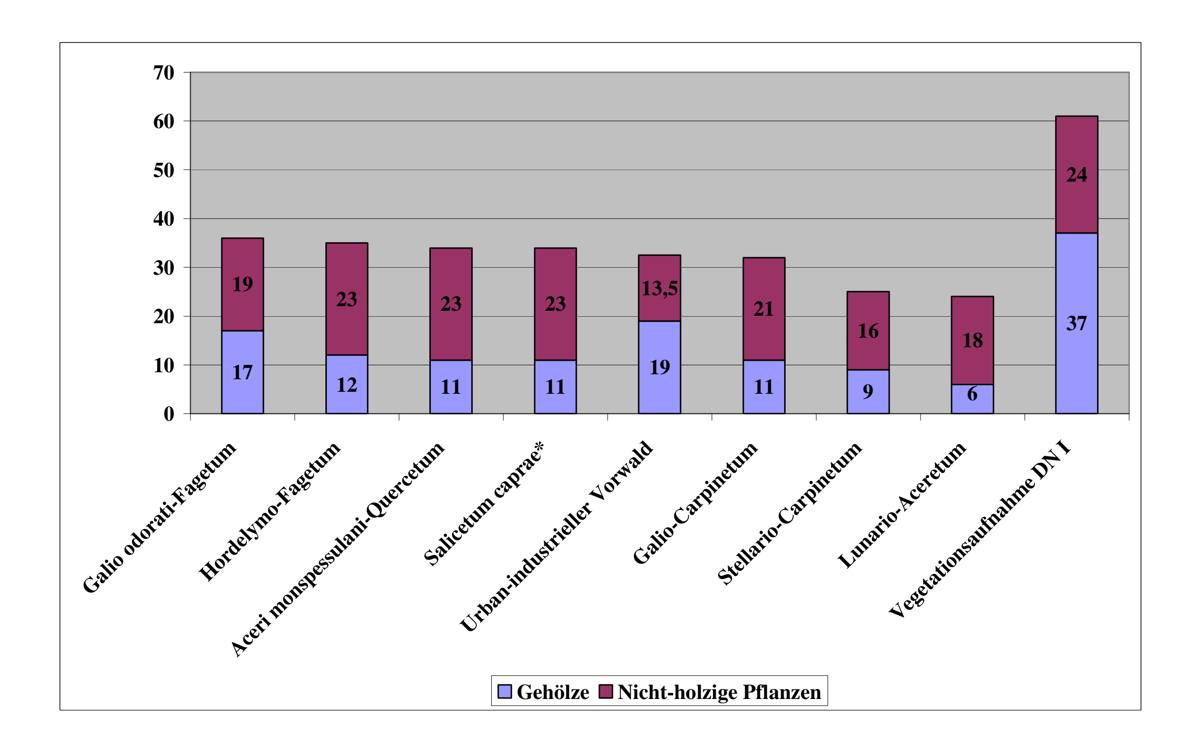


Abb. 32: Sippenzahlen und Gehölzanteil mitteleuropäischer Klimax-Waldgesellschaften, natürlichem Vorwald (*) und urban-industriellem Vorwald im Vergleich (Entwurf nach SCHMITT 1989, WEBER 1999 und eigenen Erhebungen, unveröffentlicht)

In Abb. 32 sind die Sippenzahlen verschiedener mitteleuropäischer Klimax-Waldgesellschaften im Vergleich zu natürlichem Vorwald und der durchschnittlichen Sippenzahl der untersuchten Vorwälder sowie einer seperaten Vegetationsaufnahme, die im Landschaftspark DU-Nord (DN I) durchgeführt wurde, mit dem jeweiligen Anteil von Gehölzen und nicht-holzigen Pflanzen dargestellt. Die artenreichsten Klimax-Waldgesellschaften sind hierbei Kalk-Buchenwälder vom Typ des Waldmeister-Buchenwaldes (*Galio odorati-Fagetum*) und des Waldgersten-Buchenwaldes (*Hordelymo-Fagetum*), die artenärmste Klimax-Waldgesellschaft stellt der Mondviolen-Ahorn-Schluchtwald (*Lunario-Aceretum*) dar. Auch hier wird der hohe Anteil der Gehölze in den urban-indistriellen Vorwäldern deutlich, der bei den untersuchten Beständen bei durchschnittlich 19 Gehölzsippen lag. Der urban-industrielle Vorwald liegt zwar bezüglich der Gesamtsippenzahl im Vergleich hinter dem natürlichen Vorwald (*Salicetum caprae*) zurück, weist aber im Gegensatz zu diesem einen höheren Anteil an Gehölzen auf. Bemerkenswert steht den Sippenzahlen dieser Waldgesellschaften die Vegetationsaufnahme DN I gegenüber, in welcher allein der Anteil der Gehölze (37) die Gesamtsippenzahlen (Gehölze und nicht-holzige) aller aufgeführten Klimax-Waldgesellschaften übersteigt (s. Abb. 32).

5.2.3. Nachweis thermophiler Sippen in den Untersuchungsflächen - Reaktion von Flora und Vegetation auf die Klimaerwärmung

Das Klima ist der limitierende Faktor für die Verbreitung von Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften (WALTER 1986). Umgekehrt besitzt die Vegetation einen hohen bioindikatorischen Wert und lässt Rückschlüsse auf die klimatischen Verhältnisse zu, sowohl auf das Mikroklima als auch auf das Makroklima.

Globale Auswirkungen

Die Auswirkungen der globalen Klimaerwärmung auf Flora und Vegetation sind vielfältig. Phänologisch ist ein früherer Beginn der Vegetationsperiode und Aufblühphasen zu verzeichnen (WALTHER et al. 2002). An den Orogenen verschiebt sich die Waldgrenze bzw. Baumgrenze immer weiter nach oben, so z. B. im Balkangebirge in Bulgarien, wo die dort endemische Sippe *Pinus peuce* seit den 1970er Jahren eine beeindruckende Höhenverschiebung von 1760 m NN auf 2100 m NN vollzog (MESHINEV et al. 2000).

In der Schweiz und Norditalien am Lago Maggiore etabliert sich rezent die Hanfpalme (*Trachycarpus fortunei*) aus der Familie *Arecaceae* (Palmengewächse) in der zweiten Baumschicht der thermophilen Hopfenbuchen-Manneschenwäldern (WALTHER 2000), ebenso Ölweide (*Eleagnus pungens*), Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*), Kampferbaum (*Cinnamomum glandulifera*) und Echte Lorbeer (*Laurus nobilis*). Die beiden letzten Sippen stammen aus der Familie *Lauraceae* (Lorbeergewächse), hieraus wurde von WALTHER (2000) der Begriff "Laurophyllisierung" geprägt, worunter er die Einbürgerung immergrüner (wintergrüner), bedingt frostharter und nicht autochthoner (exotischer), breitblättriger Gehölzsippen in unseren mitteleuropäischen Waldgesellschaften versteht, welche meist aus wärmeren Klimazonen stammen und dabei vermutlich von der Klimaerwärmung (v. a. den milden, frostarmen Wintern) profitieren. Nach WALTHER et al. (2002) hat sich die jährliche Durchschnittstemperatur in der Schweiz in den letzten 100 Jahren um 0,6 °C erhöht, dabei ging die Anzahl der Frosttage im Winter von Anfang des 20. Jhdt. bis heute kontinuierlich zurück. Damit korrespondiert eine deutliche Zunahme der Einbürgerungen exotischer Tier- und Pflanzenarten (s. Abb. 33).

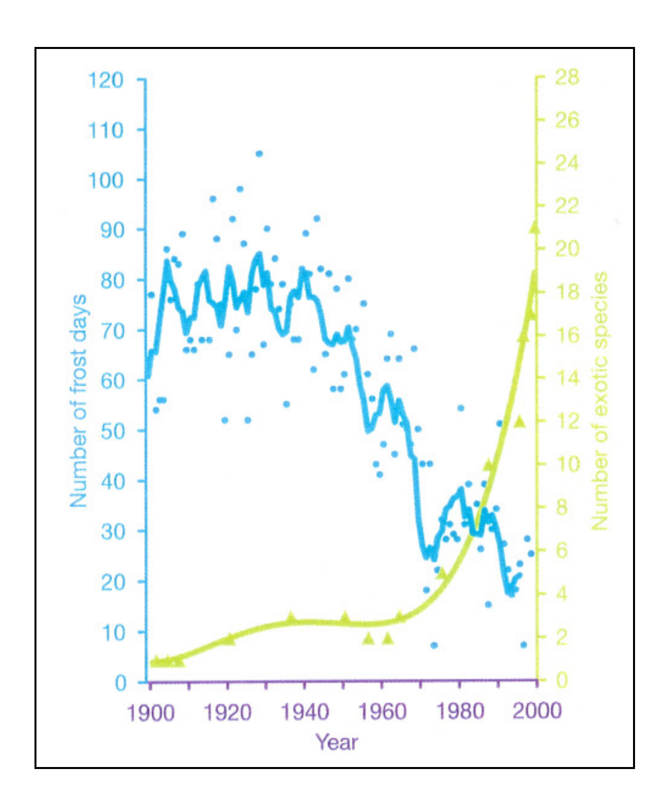


Abb. 33: Zunahme der Einbürgerung exotischer Gehölzarten mit Abnahme der Frosttage in der Schweiz (nach WALTHER et al. 2002)

Bereits in den 1950er Jahren berichtet ERKAMO (1956) über eine Arealexpansion der Stieleiche (*Quercus robur*) in Finnland nach Norden. Diese Ausweitung findet auch rezent statt und ist damit Zeiger für eine Verschiebung des Laubwaldgürtels nach Norden auf Kosten des borealen Nadelwaldes (Taiga).

Regionale Auswirkungen in Deutschland

In letzter Zeit häufen sich in Deutschland die Fundmeldungen verwildernder, sich z. T. einbürgernder Sippen aus anderen, wärmeren Florenregionen. Die Herkunft reicht dabei vom warm-gemäßigten über den submediterranen Klimabereich bis in die winter- und sommerfeuchten Subtropen. Beispiele hierfür sind z. B. für verholzende Pflanzen *Actinida deliciosa* (KASPAREK 2003), *Eriobotrya japonica* (KEIL et al. 2003), *Ficus carica* und *Paulownia tomentosa* (KEIL & LOOS 2002b), als Beispiel für krautige Pflanze können die C_4-Pflanzen genannt werden, welche sich in Nordrhein-Westfalen v. a. am Niederrhein ausbreiten und einbürgern (SCHMITZ 2002). HAEUPLER (2003) weist darauf hin, dass viele dieser wärmeliebenden Sippen eine deutliche Wanderstraße entlang des wärmebegünstigten Rheintals und einen deutlichen Abzweig über die Ruhr, Lippe und diverse Kanalsysteme ins eigentliche Ruhrgebiet, so z. B. *Acer negundo* und *Ailanthus altissima* (s. Abb. 33). In angeschwächter Form zeigt dieses Verbreitungsmuster auch *Rhus hirta* (HAEUPLER et al. 2003). Da viele dieser Sippen nicht frosthart sind und keine kalten Winter vertragen war ihre Verbreitung innerhalb Deutschlands bisher auf den klimatisch begünstigten Südwesten beschränkt. So berichtet NOWACK (1987) bereits im Jahre 1987 von Verwilderungen des Blauglockenbaumes (*Paulownia tomentosa*) im Rhein-Neckar-Gebiet. Doch rezent kann eine Ausbreitungstendenz dieser Sippen ins nördliche Deutschland, darunter auch Nordrhein-Westfalen, beobachtet werden (KEIL & LOOS 2002b). Eine mögliche Erklärung hierfür könnte darin liegen, dass sie von den mikro- und mesoklimatischen Besonderheiten der Großstädte profitieren. In Nordrhein-Westfalen treten solche thermophilen Gehölzsippen gehäuft im Ballungsraum Rhein-Ruhr auf, u. a. auch *Mahonia aquifolium*, *Berberis julianae*, *Prunus laurocerasus* und *Viburnum rhytidophyllum* (KEIL & LOOS 2002a u. b). Nach HAEUPLER (2003) sind Verwilderungen von *Ficus carica* bislang eher selten und v. a. im Ruhrgebiet zu beobachten. Doch auch im kontinentaleren Klimabereich Deutschlands bzw. Mitteleuropas tritt *Ficus carica* spontan auf, so z. B. im

Braunschweiger Stadtgebiet, wo die Art in Lichtschächten und auf Trümmergrundstücken beobachtet wurde (BRANDES et al. 2003).

Für das Rheinland listet ADOLPHI (1995) immerhin sieben immer- bzw. wintergrüne Sippen mit häufiger spontaner Ausbreitung auf wie *Berberis julianae*, *Cytisus multiflorus*, *Cytisus striatus*, *Lonicera nitida*, *Lonicera pileata*, *Mahonia aquifolium* und *Prunus laurocerasus*. Geht man vom bereits erwähnten "Laurophyllisierungs"-Prozess aus, sind es in Deutschland v. a. die Sippen *Prunus laurocerasus*, *Berberis julianae*, *Eriobotrya japonica*, *Ligustrum ovalifolium*, evtl. auch *Mahonia aquifolium* (s. Abb. 40) und *Pyracantha coccinea* sowie immergrüne, breit- aber auch schmalblättrige *Cotoneaster*- und *Lonicera*-Sippen, die den Kriterien laurophyller Arten entsprechen und deren Verwilderungen und Einbürgerungen beobachtet werden können. SUKOPP & WURZEL (2003) listen 34 Baum- und Strauchsippen auf, welche von der globalen Erwärmung profitieren und sich deswegen in Ausbreitung befinden, darunter auch einheimische Sippen wie *Quercus robur* (s. Tab. 7). Die Stieleiche wird von SCHERZINGER (1996) sogar als Zukunftsbaum der deutschen Forstwirtschaft bei künftiger Klimaerwärmung angesehen. Auch die steigenden Einbürgerungstendenzen bei den neophytischen, wärmebedürftigen C_4-Pflanzen in Nordrhein-Westfalen scheint mit der Abnahme der Frosttage pro Jahr zu korrespondieren (SCHMITZ 2002). Der Rückschluss, diese Verwilderungen auf eine sich abzeichnende Klimaerwärmung (Global Change) zurückzuführen, liegt nahe. Jedoch muss hierbei auch die begrenzte Aussagekraft solcher Phänomene berücksichtig und eine Unterscheidung getroffen werden zwischen solchen Sippen, die gehäuft im urbanen Bereich auftreten und wohl eher als Stadtklima-Zeiger zu deuten sind, und solchen, die sich auch im Umland ausbreiten und daher eher als Zeiger der makroklimatischen Erwärmung gelten können. Stadtklima und Global Change können in ihrer gekoppelten Wirkung auch zu einer Verstärkung des Wärme-Effektes führen. Nach KOWARIK (1995b) ist die Ausbreitung wärmeliebender Arten wie *Ailanthus altissima*, *Quercus cerris*, *Colutea arborescens* und *Prunus persica* auf die fördernde Wirkung der allgemeinen Erwärmung, welche in der Mitte des 19. Jhdt. nach der "kleinen Eiszeit" einsetzte, im Zusammenhang mit den synergistischen Effekten des städtischen Wärmeklimas zurückzuführen. Ein Hilfsmittel zur Unterscheidung von Stadtklima-Zeigern und solchen Sippen, die vom Global Change profitieren, könnte die Chorologie (Arealkunde) sein. So zeichnen einige thermophile Sippen wie z. B. *Ailanthus altissima* (s. Abb. 34) in ihrer nordrhein-westfälischen

Verbreitung recht gut den Ballungsraum Rhein-Ruhr nach und wären demnach Stadtklima-Zeiger, wogegen die Sippe *Mahonia aquifolium* auch im Umland außerhalb der Städte vorkommt (s. Abb. 35) und damit möglicherweise auf die allgemeine Klimaerwärmung reagiert. Hierbei sollte jedoch auch bedacht werden, dass es sich bei *Ailanthus altissima* möglicherweise um ein progressives Areale handelt und sich das Taxon noch in Ausbreitung in stadtferne Gebiete befindet. Angesichts der beträchtlichen "time lags" zwischen dem ersten Anbau und der ersten Ausbreitung einer Art kann auch in Zukunft mit neuen spontan auftretenden Arten gerechnet werden, auch wenn die Zeit der in größeren Mengen neu eingeführten Arten vorbei ist (KOWARIK 1995b).

Berücksichtigt man auch einheimische Sippen, kann man neben *Quercus robur* auch die sich in Ausbreitung befindliche Eibe (*Taxus baccata*) als Wärmezeiger heranziehen, denn ihre postglaziale Ausbreitung in Mitteleuropa erfolgte im Atlantikum (ca. 3800 v.Chr.), als die jährliche Durchschnittstemperatur 2,5 °C höher lag als heute (POTT 1995).

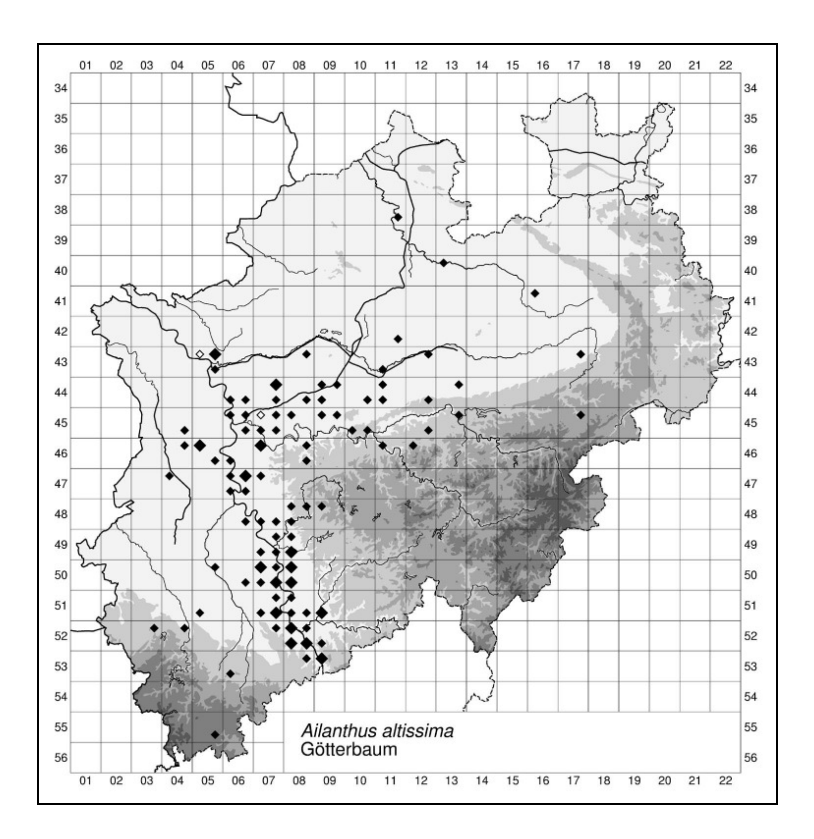


Abb. 34: Verbreitung von *Ailanthus altissima* (Götterbaum) in Nordrhein-Westfalen (nach HAEUPLER et al. 2003)

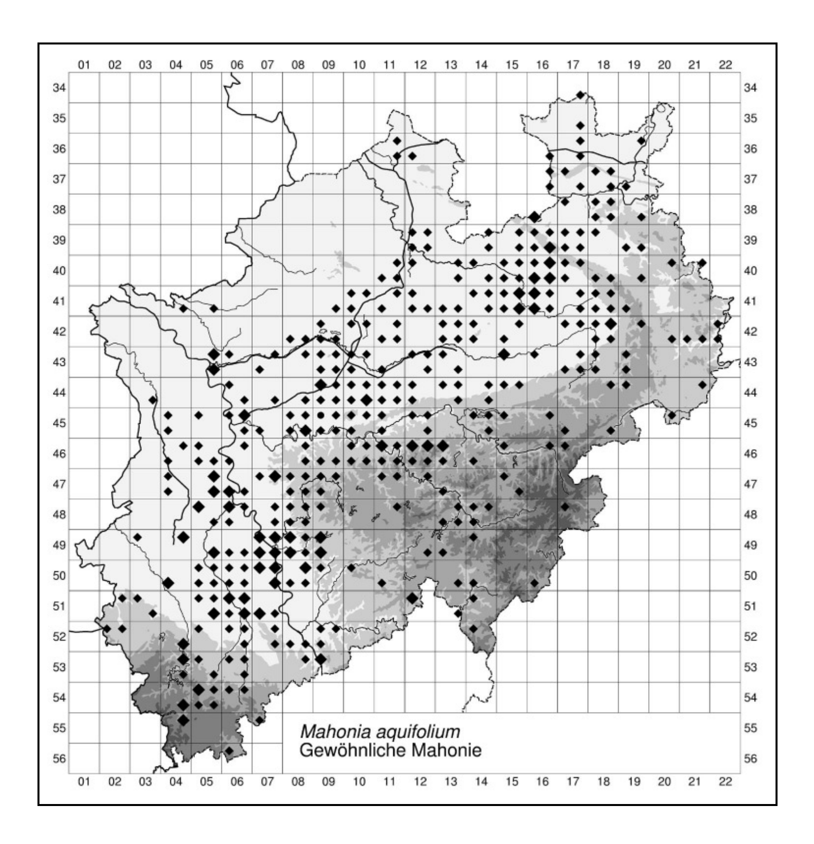


Abb. 35: Verbreitung von *Mahonia aquifolium* (Gewöhnliche Mahonie) in Nordrhein-Westfalen (nach HAEUPLER et al. 2003)

Tab. 7: Nach SUKOPP & WURZEL (2003) von der globalen Klimaerwärmung profitierende und daher in Mitteleuropa in Ausbreitung befindliche Sippen und ihr Nachweis in den Vegetationsaufnahmen

Taxon	**In Vegetationsaufnahmen nachgewiesen**
Acer negundo	-
Ailanthus altissima	*
Amelanchier spicata	-
Berberis julianae	-
Buddleja davidii	*
Colutea arborescens	-
Cornus alba	*
Cornus stolonifera	-
Cotoneaster bullatus	*
Cytisus multiflorus	-
Cytisus striatus	-
Juglans regia	-
Laburnum anagyroides	-
Ligustrum vulgare	*
Mahonia aquifolium	*
Paulownia tomentosa	*
Philadelphus coronarius	#
Platanus ×hispanica	-
Populus ×canadensis	#
Prunus armeniaca	-
Prunus laurocerasus	-
Prunus mahaleb	*
Prunus persica	-
Prunus serotina	*
Pyrus communis	*
Quercus cerris	*
Quercus robur	*
Quercus rubra	*
Ribes aureum	-
Robinia pseudoacacia	*
Sambucus spec.	#
Sorbus intermedia agg.	*
Symphoricarpos albus	*
Syringa vulgaris	-
∑ 34	*** = ∑ 16**

* = Sippe in den Untersuchungsflächen nachgewiesen

\# = Eingrenzung der Sippe durch die Autoren zu ungenau, da es sich bei diesen im Ruhrgebiet um kritische Hybridgruppen handelt (*Populus maximowiczii*-Hybriden, *Populus nigra* cf. '*Italica*'-Hybriden, *Philadelphus*-Hybriden) oder Sippenabgrenzung zu ungenau (*Sambucus* spec.)

Von den 34 Gehölzsippen, die nach SUKOPP & WURZEL (2003) von der globalen Klimaerwärmung profitieren, konnten davon mit 16 Sippen fast die Hälfte in den Vegetationsaufnahmen nachgewiesen werden (s. Tab. 7). Jedoch traten in den Vegetationsaufnahmen nicht nur thermophile Gehölze auf, sondern auch thermophile krautige Sippen (Temperaturzahl 7 nach ELLENBERG et al. 1992) wie *Campanula rapunculus* (Rapunzel-Glockenblume), *Lactuca serriola* (Kompass-Lattich), *Pseudofumaria lutea* (Gelber Lerchensporn), *Senecio inaequidens* (Schmalblättriges Greiskraut) und *Verbascum blattaria* (Schabenkraut-Königskerze) von denen die wolladventive Sippe *Senecio inaequidens* die häufigste war (s. Tab. 8). Die häufigste wärmeliebende Gehölzsippe war *Buddleja davidii* (Schmetterlingsstrauch), desweiteren traten *Populus alba* (Silber-Pappel; s. Abb. 37) und *Prunus mahaleb* (Felsen-Kirsche) als weitere Wärmezeiger auf (s. Tab. 8). Als Wärme- bis Extremwärmezeiger (Temperaturzahl 8 nach ELLENBERG et al. 1992) traten ausschließlich Gehölze wie *Ailanthus altissima* (Götterbaum), *Paulownia tomentosa* (Blauglockenbaum; s. Abb. 36) und *Quercus cerris* (Zerr-Eiche) in Erscheinung, von denen *Quercus cerris* die häufigste war (s. Tab. 8). Die adventiven laurophyllen Sippen *Mahonia aquifolium* (Mahonie; s. Abb. 40), *Pyrocantha coccinea* (Feuerdorn) und *Ligustrum ovalifolium* (Ovalblättriger Liguster) besitzen noch keinen Zeigerwert.

Tab. 8: Übersicht und Häufigkeit der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen thermophilen Sippen (Temperaturzahl 7-8 nach ELLENBERG et al. 1992) und laurophyllen Sippen

	Wiss. Name	**Dt. Name**	**T.-Zahl**	**Ökologisches Verhalten**	**Abs. Häufigkeit in den Vegetations-aufnahmen (n = 120)**
Kräuter	*Campanula rapunculus*	Rapunzel-Glockenblume	7	Wärmezeiger	1
	Lactuca serriola	Kompass-Lattich	7	Wärmezeiger	2
	Pseudofumaria lutea	Gelber Lerchensporn	7	Wärmezeiger	1
	Scrophularia auriculata	Wasser-Braunwurz	7	Wärmezeiger	1
	Senecio inaequidens	Schmalblättriges Greiskraut	7	Wärmezeiger	19
	Verbascum blattaria	Schabenkraut-Königskerze	7	Wärmezeiger	1
Gehölze	*Buddleja davidii*	Schmetterlings-strauch	7	Wärmezeiger	25
	Populus alba	Silber-Pappel	7	Wärmezeiger	6
	Prunus mahaleb	Felsenkirsche	7	Wärmezeiger	2
	Ailanthus altissima	Götterbaum	8	Wärme- bis Extremwärme-zeiger	1
	Paulownia tomentosa	Blauglockenbaum	8	Wärme- bis Extremwärme-zeiger	1
	Quercus cerris	Zerr-Eiche	8	Wärme- bis Extremwärme-zeiger	7
Laurophylle Gehölze	*Ligustrum ovalifolium*	Ovalblättriger Liguster	k.A.	?	7
	Mahonia aquifolium	Mahonie	k.A.	?	6
	Pyracantha coccinea	Feuerdorn	k.A.	?	5



Abb. 36: *Paulownia tomentosa* (Blauglockenbaum) - eine thermophile Gehölzsippe in der Strauchschicht der Vegetationsaufnahme X auf der Untersuchungsfläche "Zollverein"



Abb. 37: Die thermophile Gehölzsippe *Populus alba* (Silber-Pappel) in der Strauchschicht der Vegetationsaufnahme I auf der Untersuchungsfläche "Sinteranlage DU-Beek"

In Abb. 38 ist beispielhaft das Klimatogramm 2004 des Messstandortes Essen-Katernberg in einem Vorwaldbestand auf dem Gelände der ehemaligen Zeche "Zollverein" – Schachtanlage XII dargestellt. Die Messung ergab ein Jahresmittel von 9,89°C mit einer Maximumtemperatur von 23,7°C im August und einem Minimum von –5,5°C Mitte Dezember. Die Anzahl der Frosttage (= Tage mit einer Temperatur < 0°C) betrug 18, Fröste traten bemerkenswerter Weise nur in einem Zeitraum von Ende November bis Anfang März auf, so dass auch der gesamte Frühling frostfrei war. Interessant ist auch die Wärmeperiode Anfang Februar, wo die Temperaturen schon auf fast 15°C stiegen. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich hierbei um ein Waldbestandsklima handelt und der Jahrestemperaturverlauf wahrscheinlich in seinen Extremen abgeschwächt wurde.

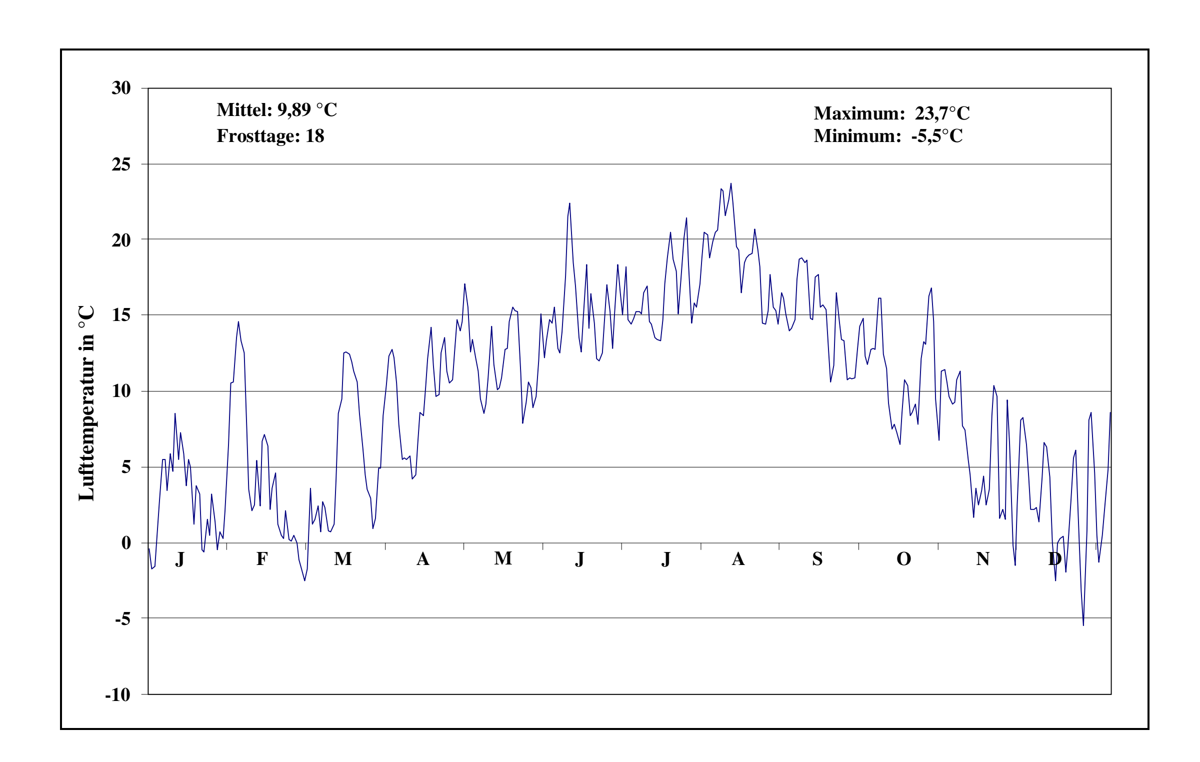


Abb. 38: Klimatogramm 2004 des Standortes Essen-Katernberg (Vorwald)

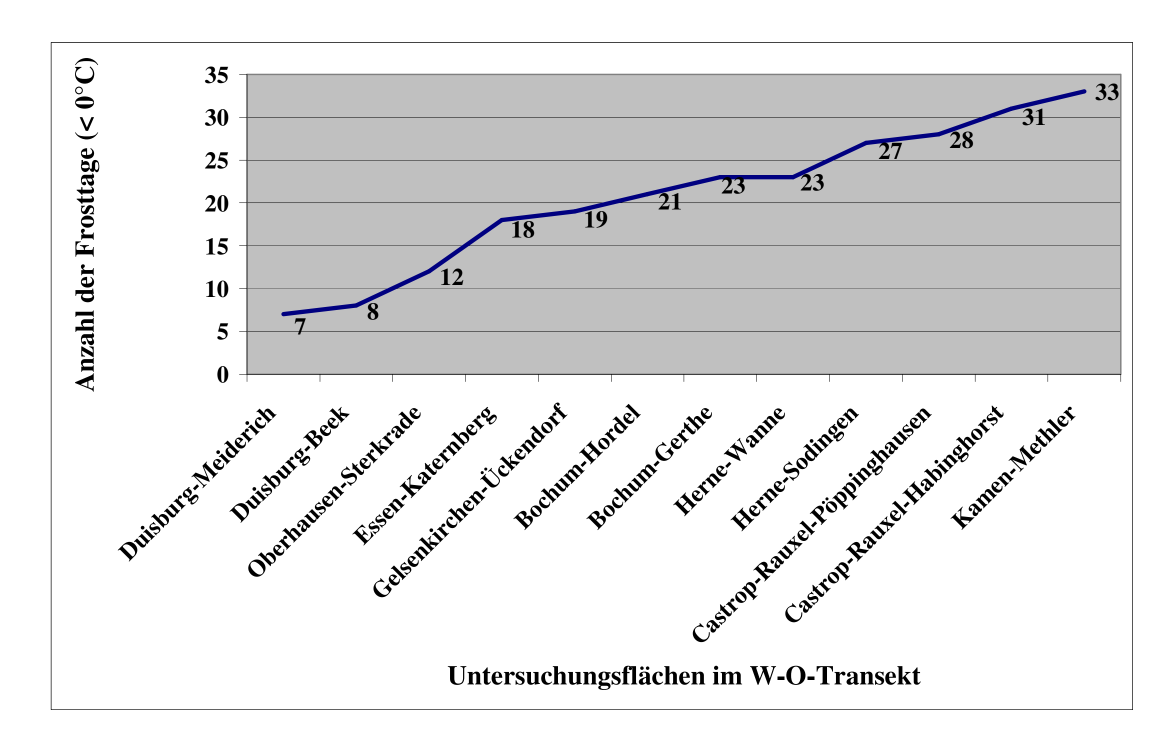


Abb. 39: Anzahl der Frosttage 2004 (= Tage mit Temperaturen < 0°C) der Klimamesspunkte im W-O-Transekt

In Abb. 39 ist die Anzahl der Frosttage des Jahres 2004 im West-Ost-Transekt von Duisburg-Meiderich bis Kamen-Methler dargestellt. Dabei wird deutlich, das die Anzahl der Tage, an denen die Temperatur mindestens einmal am Tag unter 0°C sank, vom westlichen Ruhrgebiet (Duisburg) mit nur sieben bzw. acht Frosttagen über das mittlere Ruhrgebiet (Bochum u. Herne) mit einundzwanzig bzw. dreiundzwanzig Frosttagen bis ins östliche Ruhrgebiet (Kamen) auf dreiunddreißig Frosttage stark ansteigt. Bezüglich der Minus-Temperaturen ist auf der Länge des Transektes (ca. 100 km) also ein ausgeprägter Temperatur-Gradient zu verzeichnen. Zum Vergleich sind die Klima-Daten von zwei Messstationen im Ruhrgebiet (Essen u. Dortmund) aus den Jahren 1951-1980 dargestellt (s. Tab. 9). Die durchschnittliche Anzahl der Frosttage betrug in diesem Zeitraum für Essen 56,9 Tage/Jahr und für Dortmund 62,4 Tage/Jahr, also deutlich mehr, als in der durchgeführten Messung 2004 ermitttelt werden konnte. In einem Zeitraum von knapp 25 Jahren später konnte somit eine deutliche Abnahme der Frosttage/Jahr im Ruhrgebiet verzeichnet werden, obwohl hierbei berücksichtigt werden muss, dass die Messstationen Essen u. Dortmund frei exponiert waren und nicht der Einwirkung eines Vegetationsbestandes ausgesetzt waren, wie dies bei den Messungen 2004 der Fall war.

Tab. 9: Durchschnittliche Anzahl der Frosttage der Klimamessstationen Dortmund und Essen im Zeitraum von 1951-1980 (Quelle: Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen 1989)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr
Dormund (120 m NN)	14,4	13,7	10,2	3,9	0,3	-	-	-	-	1,3	6	12	62,4
Essen (152 m NN)	14,8	13,2	9,2	2,7	0,1	-	-	-	-	0,3	4,8	11,8	56,9

In Tab. 10 sind im Zusammenhang zu den durchgeführten Klima-Messungen die Vorkommen thermophiler adventiver Gehölzsippen in den Vegetationsaufnahmen der jeweiligen Untersuchungsflächen im West-Ost-Transekt dargestellt. Die Klimasituation, wie sie sich anhand der klimatischen Messungen für das Jahr 2004 im Ruhrgebiet darstellt (s. Abb. 39), spiegelt sich deutlich in den Vorkommen dieser Sippen in den Vegetationsaufnahmen wider (s. Tab. 10). Es wird erkenntlich, dass diese wärmeliebenden Sippen im klimatisch begünstigten westlichen Ruhrgebiet häufiger auftraten und nach Osten hin deutlich ausfallen (s. Tab. 10). Die am weitesten nach Osten reichende Sippe war *Buddleja davidii*, welche in der Untersuchungsfläche "Friedrich der Große" nachgewiesen werden konnte, die Sippen *Eleagnus angustifolia* und *Ailanthus altissima* blieben weitgehend auf den westlichen Teil des Ruhrgebietes beschränkt (zur Lage der Untersuchungsflächen s. Abb. 5). Einige dieser Sippen wie *Populus alba*, *Paulownia tomentosa* (bis zur Untersuchungsfläche "Zollverein"), *Acer ginnala*, *Rhus hirta* (bis zur Untersuchungsfläche "Alma"), *Quercus cerris* sowie *Mahonia aquifolium* (bis zur Untersuchungsfläche "Westpark / Jahrhunderthalle") dringen noch bis ins mittlere Ruhrgebiet vor.

Die Ergebnisse decken sich z. T. mit den Beobachtungen von KEIL & LOOS (2004), die bei einigen dieser thermophilen Gehölzsippen (u. a. *Ailanthus altissima*) ebenfalls einen Verbreitungsschwerpunkt im westlichen Ruhrgebiet feststellten. Die Gehölzsippe *Paulownia tomentosa* tritt nach KEIL & LOOS (2004) jedoch auch schon in thermisch weniger begünstigten Randgebieten des Ruhrgebietes, so z. B. in Schwerte-Westhofen, punktuell auf. Diese Einzelindividuen werden allerdings schon nach wenigen Jahren blühbereit, so dass mit einer stärkeren Ausbreitung – insbesondere bei anhaltender Klimaerwärmung – gerechnet werden muss (KEIL & LOOS 2004).

Tab.10: Vorkommen thermophiler adventiver Gehölzsippen in den Vegetationsaufnahmen im W-O-Transekt (* = Sippe wahrscheinlich gepflanzt; Erläuterung der Abkürzungen s. Abkürzungsverzeichnis Anhang VI)

		Untersuchungsfläche																	
Taxon	**T.-Zahl**	**DN**	**SI**	**ST**	**HM**	**VO**	**Z**	**BI**	**A**	**R**	**H**	**WP**	**LO**	**PL**	**MC**	**CO**	**FG**	**VI**	**MO**
Buddleja davidii	7	X	X	X	X	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-
Prunus mahaleb	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
Pyrocantha coccinea	k.A.	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Cotoneaster bullatus	k.A.	X	X	-	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Ligustrum ovalifolium	k.A.	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Mahonia aquifolium	k.A.	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Quercus cerris	8	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Rhus hirta	k.A.	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acer ginnala	k.A.	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paulownia tomentosa	8	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Populus alba	7	X	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ailanthus altissima	8	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*Eleagnus angustifolia**	k.A.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Abb. 40: *Mahonia aquifolium* (Gewöhnliche Mahonie) in der Vegetationsaufnahme XVII auf der Untersuchungsfläche "Alma"

5.2.4. Anteil nicht einheimischer Sippen

Zu den wichtigen Komponenten der Ruhrgebietsflora zählen – und dies nicht nur auf Industriebrachen – die Adventivpflanzen, deren Rolle bereits bei HÖPPNER & PREUß (1926), zusammenfassend bei KEIL & LOOS (2002a) herausgestellt wurde. In Abb. 41 ist die Statusverteilung aller in den Untersuchungsflächen aufgetretenen Taxa (n = 292) dargestellt. Die Indigenen sind mit 57,87 % Anteil am Gesamtsippen-spektrum bei weitem die am häufigsten vertretene Gruppe. Dabei muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass es sich hier durch die anthropogen stark beeinflussten Standorte ausschließlich um apophytische Vorkommen handelt. Zweithäufigste Gruppe sind die Epökophyten mit 15,41 %, also Sippen, die noch nicht fest in der Flora des Ruhrgebietes (bzw. Westfalen und Rheinland) eingebürgert und deren Vorkommen noch von menschlichen Aktivitäten abhängig sind. Bei 10,96 % der Sippen war es zum Untersuchungszeitpunkt noch nicht klar, ob diese unbeständig oder eingebürgert sind und die daher als Spontaneosynanthrope klassifiziert werden müssen. Lediglich 10,61 % der nicht indigenen Sippen waren zum Untersuchungszeitpunkt fest eingebürgert und sind fester Bestandteil der Ruhrgebietsflora geworden. Obwohl der Grad der Siedlungs- und Zivilisationseinfluss auf den industriell geprägten Brachflächen als sehr hoch anzusehen ist, spielen Anökophyten,

also solche Pflanzen, die erst durch menschlichen Einfluss entstanden sind, mit 0,68 % von der Gesamtflora nur eine sehr untergeordnete Rolle.

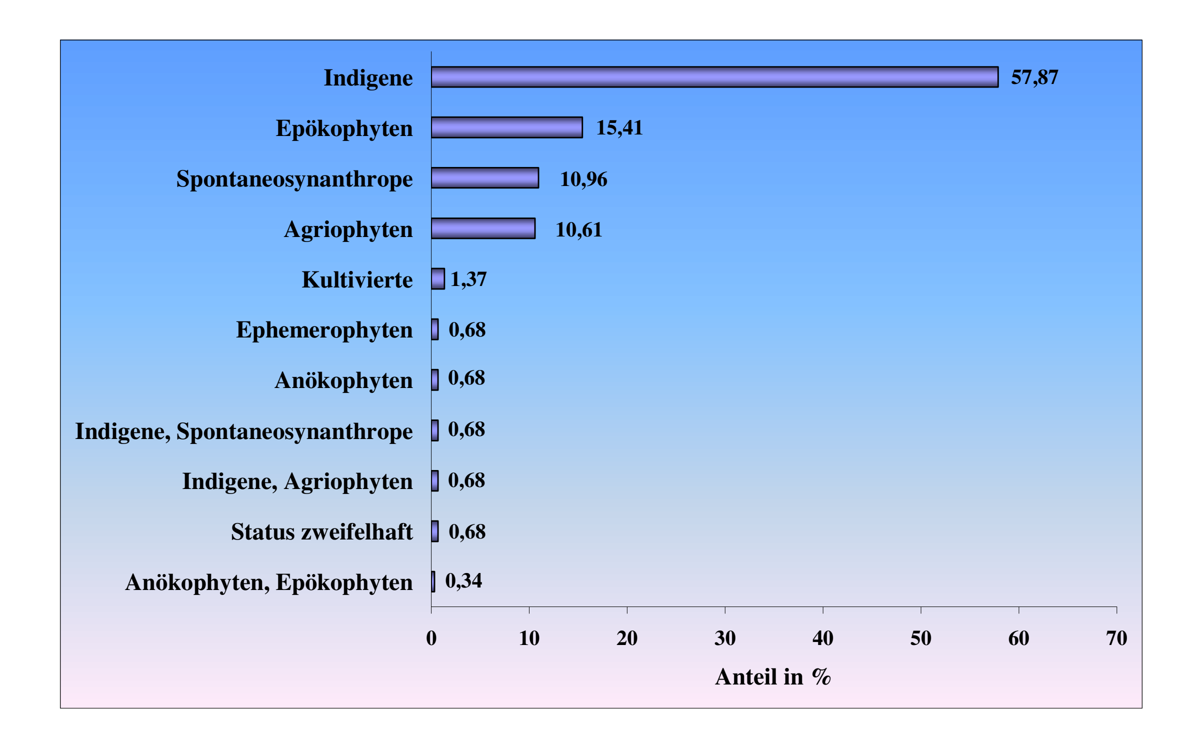


Abb. 41: Statusverteilung der in den untersuchten Beständen nachgewiesenen Taxa (n = 292)

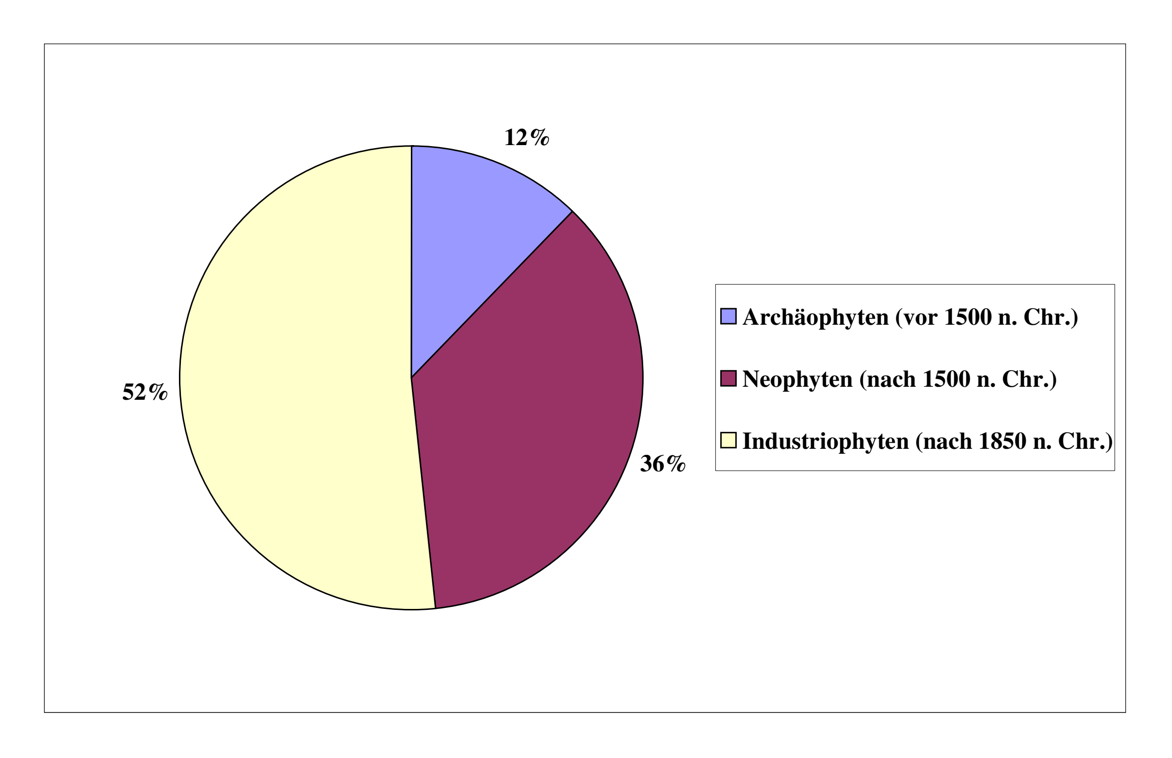


Abb. 42: Einwanderungszeit der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Anthropochoren (n = 114)

In Abb. 42 ist die Verteilung der mit Hilfe des Menschen in das Untersuchungsgebiet gelangten Pflanzen (Anthropochoren) differenziert nach der Einwanderungszeit dargestellt. Dabei wird deutlich, dass der größte Teil dieser Pflanzen, nämlich 52 %, erst im Zuge bzw. nach der Industrialisierung eingewandert ist und die daher als Industriophyten klassifiziert werden können. Als zweitgrößte Gruppe sind die Neophyten mit 36 % vertreten. Die Archäophyten, die sich nach KLINK (1996) meist aus Ackerwildkräutern zusammensetzen, sind mit 12 % die am wenigsten vertretene Gruppe, belegen aber den Austausch von Ruderal- und Segetalfloren (zur Verteilung von Archäophyten, Neophyten und Industriophyten in den Vegetationsaufnahmen der jeweiligen Untersuchungsflächen s. auch Abb. 48 u. Anhang IV).

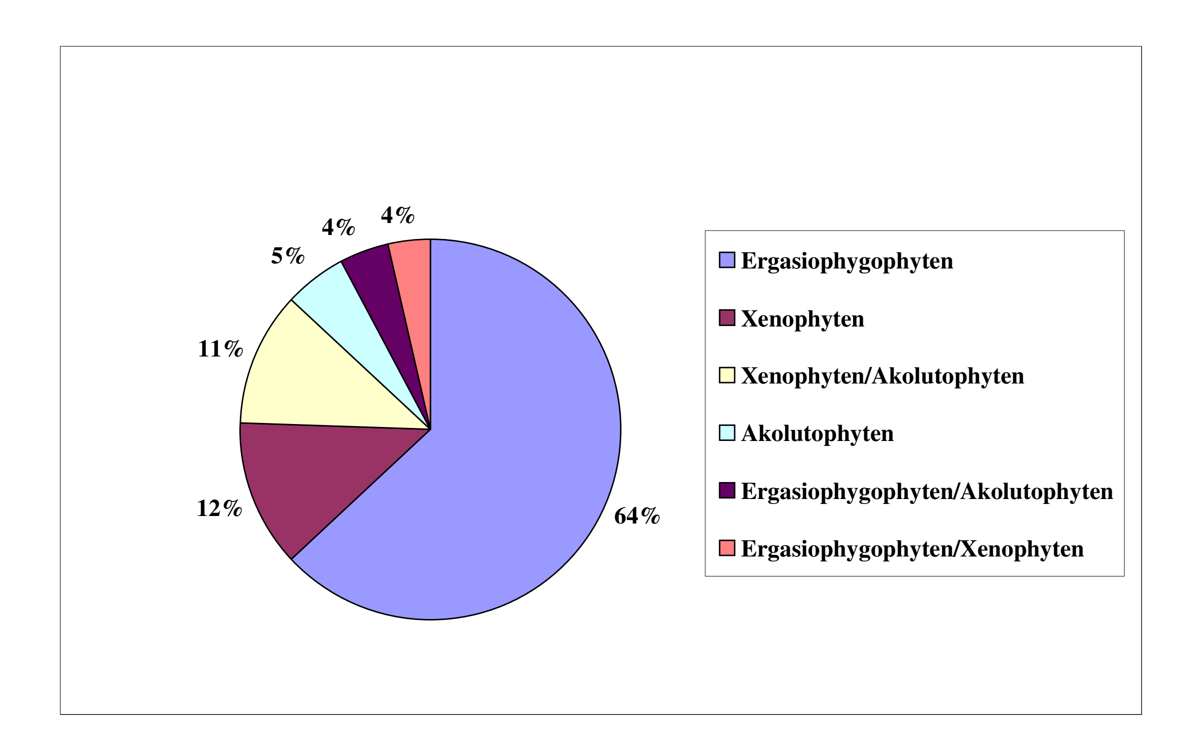


Abb. 43: Einwanderungsweise der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen gebietsfremden Taxa (n = 117)

In Abb. 43 ist die Einwanderungsweise (= Einwanderungsmodus) der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen gebietsfremden Taxa dargestellt. Es wird erkenntlich, das die Gruppe der Ergasiophygophyten (Kulturflüchter) mit 64 % den weitaus größten Anteil der nicht-einheimischen Sippen einnehmen. Hierbei dürfte es sich in erster Linie um verwilderte Garten- und Parkpflanzen, die z. T. aus ästhetischen Gründen gepflanzt werden (s. Abb. 46 u. 47), sowie um verwilderte, straßenbegleitende Gehölze handeln (zur Nutzung der Gehölze s. auch Abb. 45 sowie

Anhang II u. III). Ihre Ausbreitung auf urban-industrielle Standorte durch die räumliche Nähe zu den innerstädtischen Brachflächen offensichtlich begünstigt. Der Siedlungseinfluss auf die ehemaligen Standorte der Montanindustrie im Ruhrgebiet ist also, was die Bereitstellung pflanzlichen Diasporenmaterials betrifft, als sehr hoch zu bezeichnen. Innerhalb der Ergasiophygophyten stellen die Gehölze mit 79 % den größten Anteil, nur 21 % waren krautige Pflanzen (s. Abb. 44).

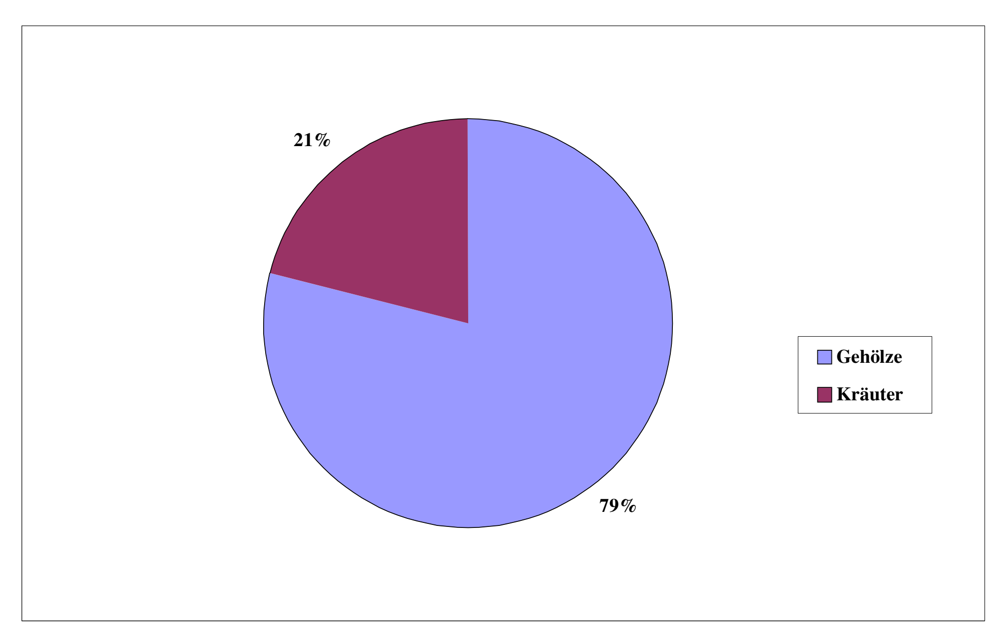


Abb. 44: Anteil der Gehölze und Kräuter an der Gesamtheit der in den Vegetationsaufnahmen nachgewiesenen Ergasiophygophyten (n = 81)

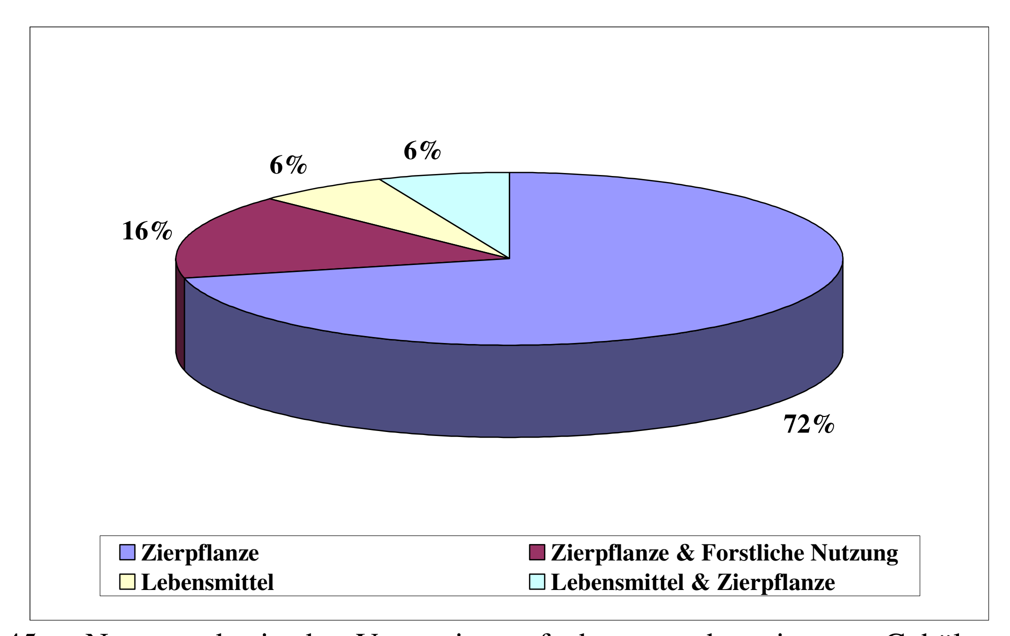


Abb. 45: Nutzung der in den Vegetationsaufnahmen nachgewiesenen Gehölztaxa (n = 114)



Abb. 46: *Rubus laciniatus* (Schlitzblättrige Brombeere) in der Vegetationsaufnahme VII der Untersuchungsfläche "Zollverein"



Abb. 47: *Sambus nigra* var. *laciniata* (Schwarzer Holunder, schlitzblättrige Varietät) in der Vegetationsaufnahme II der Untersuchungsfläche "Pluto"

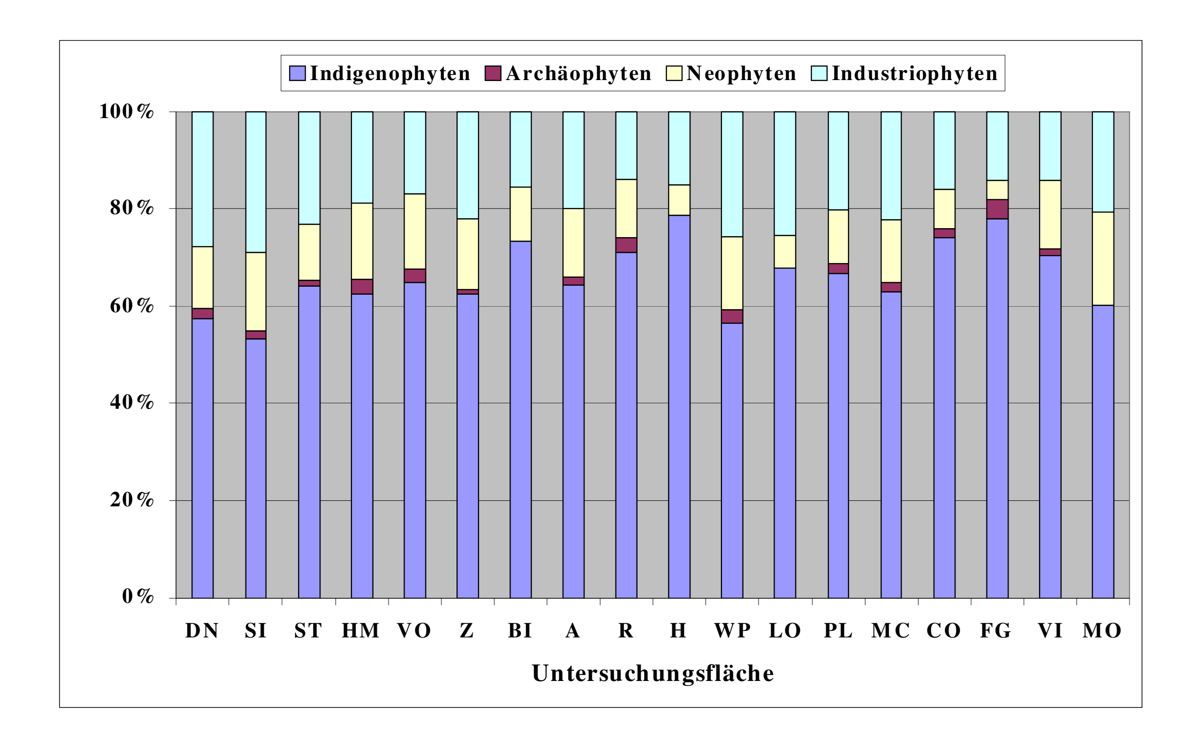


Abb. 48: Verteilung von Indigenen und Adventivpflanzen in den Untersuchungsflächen im W-O-Transekt (Erläuterung der Abkürzungen s. Abkürzungsverzeichnis Anhang VI)

In Abb. 48 ist der Anteil der indigenen und adventiven Sippen (Archäophyten, Neophyten und Industriophyten) an der in den Vegetationsaufnahmen nachgewiesenen Flora der jeweiligen Untersuchungsflächen im W-O-Transekt dargestellt (genaue Werteverteilung in Prozent s. Anhang IV). Dabei wird erkennbar, das der Anteil adventiver Sippen in den Brachflächen der Stahlindustrie ("Landschaftspark DU-Nord", "Sinteranlage DU-Beek", "Westpark / Jahrhunderthalle") höher ist als in den Brachflächen der Kohleindustrie und nur in diesen über 40 % von der Gesamtflora ausmacht. Nur in diesen drei Flächen bleibt der Anteil der einheimischen Sippen (Indigenophyten) unter 60 % ("Landschaftspark DU-Nord" 57,45 %, "Sinteranlage DU-Beek" 53,23 %, "Westpark / Jahrhunderthalle" 56,44 %). Den höchsten Anteil an Indigenophyten weisen die Untersuchungsflächen "Hannover" (78,8 %) und "Friedrich der Große" (78 %) auf, Werte über 70 % erreichten noch die Flächen "Bismarck", "Rheinelbe", "Constantin der Große" und "Victor" (s. Abb. 48). Von den adventiven Sippen sind die Archäophyten sowohl auf Brachflächen der Kohle- als auch der Stahlindustrie prozentual am wenigsten vertreten und spielen in den untersuchten Vorwaldbeständen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Ihr höchster Anteil lag bei 4 % ("Friedrich der Große"), in vier

Untersuchungsflächen ("Bismarck", "Hannover", "Lothringen", "Mont-Cenis") waren sie sogar überhaupt nicht vertreten. Außerdem wird erkenntlich, das der Anteil der Industriophyten an der in den Vegetationsaufnahmen nachgewiesenen Flora der untersuchten Flächen höher war als der Anteil der Neophyten, nur die Fläche "Victor" wies einen kongruenten Wert auf. Dies spiegelt den Verbreitungsschwerpunkt der Industriophyten auf stark anthropogen gestörten Standorten wie Bergbauhalden, Industriebrachen und in Städten wider, wie dies auch von KLINK (1996) beschrieben wird.

5.2.5. Pflanzengeographische Besonderheiten

Hierzu werden in den Vegetationsaufnahmen auftretende Sippen zusammengefasst, die entweder im Ruhrgebiet extrem selten und daher gefährdet sind, aber auch solche Sippen, deren Vorkommen im Ruhrgebiet auf Grund der Gesamtverbreitung in NRW eine arealgeographische Besonderheit darstellen. Desweiteren werden auch Sippen speziell behandelt, die auf Grund evolutionsbiologischer Aspekte bzw. unter dem Gesichtspunkt der Sippengenese von besonderem Interesse sind. Dazu zählen:

A) *Quercus cerris* L. (Zerr-Eiche):

Die Zerr-Eiche ist nach OBERDORFER (1994) eine subkontinental-submediterrane Art und hat einen Verbreitungsschwerpunkt in Südosteuropa (s. Abb. 51), hier in Eichen-Hainbuchenwäldern (*Carpinion betuli*) und wärmeliebenden Eichenmischwäldern (*Quercetalia pubescenti-petraeae*). Als sommergrüne Art kommt sie desweiteren auch in der meridionalen Wolkenstufe (oro-mediterrane Stufe) in laubwerfenden Wäldern vor. Erste Berichte über Verwilderungen der Zerr-Eiche stammen aus Süddeutschland aus dem Gebiet des Kaiserstuhls, wo die Art 1937 zum erstenmal verwildert nachgewiesen wurde, auch wenn ihr Status dort umstritten ist (SEBALD, SEYBOLD & PHILIPPI 1990). In NRW kommt die Zerr-Eiche zerstreut in den Eichen-Birken-Niederwäldern (= Haubergen) des südlichen Siegerlandes vor, wo die Art vermutlich mit Saatgut eingeschleppt wurde und heute auch stellenweise eingebürgert ist (HAEUPLER et al. 2003). Sie trat in den Untersuchungsflächen "Alma", "Rheinelbe" in Gelsenkirchen, "Zollverein" in Essen und "Westpark / Jahrhunderthalle" in Bochum auf, hier sowohl in der Kraut- als auch in der Strauchschicht der untersuchten Bestände (s. Anhang VI). Weitere Fundpunkt-

angaben aus dem Ruhrgebiet stammen von R. Seipel (2004; mündl. Mitt.) vom Gelände der Sinteranlage in Duisburg-Beek, von P. Keil (2005; mündl. Mitt.) aus Essen-Frohnhausen sowie ein mittlerweile wieder erloschenes Vorkommen von Dr. Meßer (Umweltamt der Stadt Duisburg; mündl. Mitt.) vom ehemaligen Ikea-Gelände in Duisburg (s. Abb. 49). Rezent scheint sich die Art also auszubreiten mit einer Tendenz Richtung Norden (vgl. auch Kap. 5.2.3. u. 6.2.).

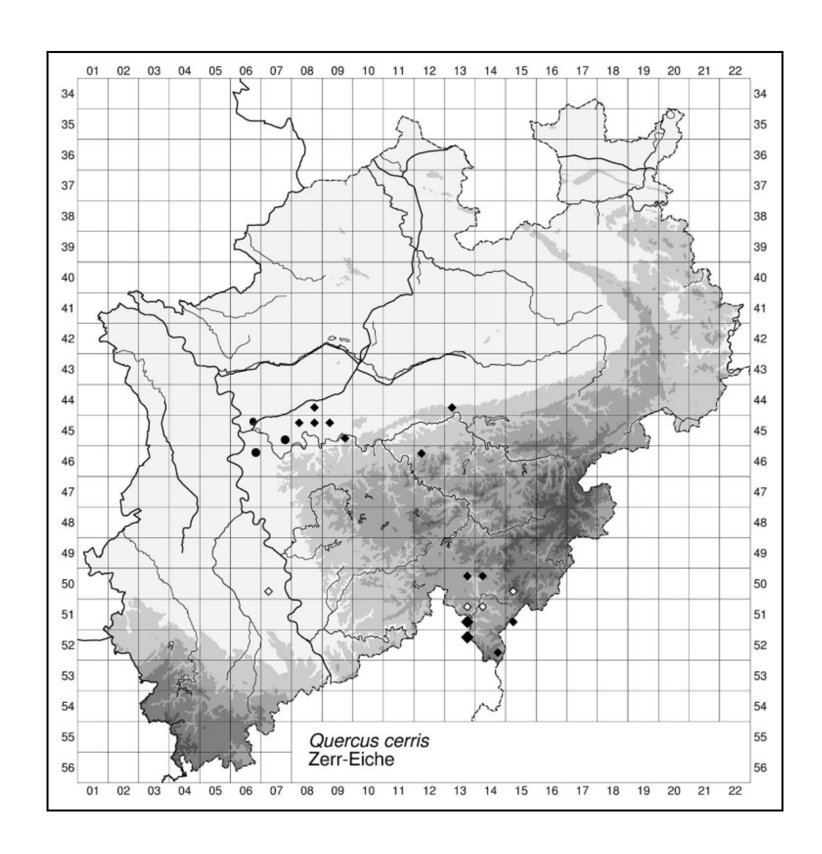


Abb. 49: Verbreitung von *Quercus cerris* L. in Nordrhein-Westfalen mit aktuellen Fundortangaben aus dem Ruhrgebiet (nach HAEUPLER et al. 2003; verändert)

MTB 4408/4:	Zeche "Alma"	(Fundortangabe P. Gausmann 2004)
MTB 4508/1:	Zeche "Zollverein"	(Fundortangabe P. Gausmann 2004)
MTB 4508/2:	Zeche "Rheinelbe"	(Fundortangabe P. Gausmann 2004)
MTB 4509/1:	Westpark / Jahrhunderthalle	(Fundortangabe P. Gausmann 2004)
MTB 4606/2:	Sinteranlage DU-Beek	(Fundortangabe R. Seipel 2004)
MTB 4507/4:	Essen-Frohnhausen	(Fundortangabe P. Keil 2005)
MTB 4506/2:	DU Ikea-Gelände	(Fundortangabe Dr. Meßer; erloschen)



Abb. 50: *Quercus cerris* L. (Zerr-Eiche) in der Vegetationsaufnahme XIII der Untersuchungsfläche "Zollverein"

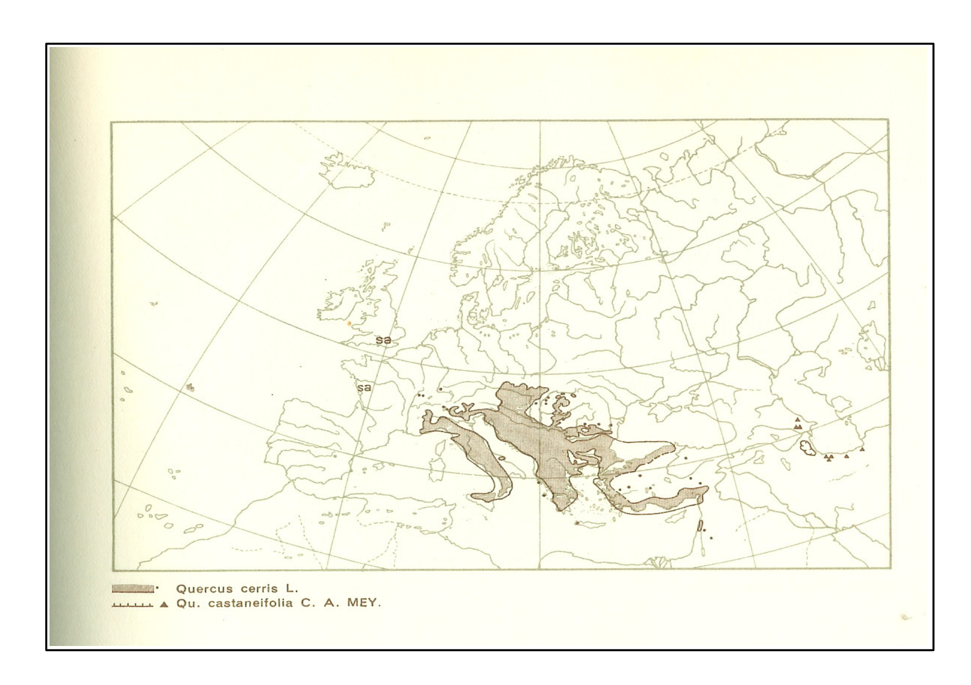


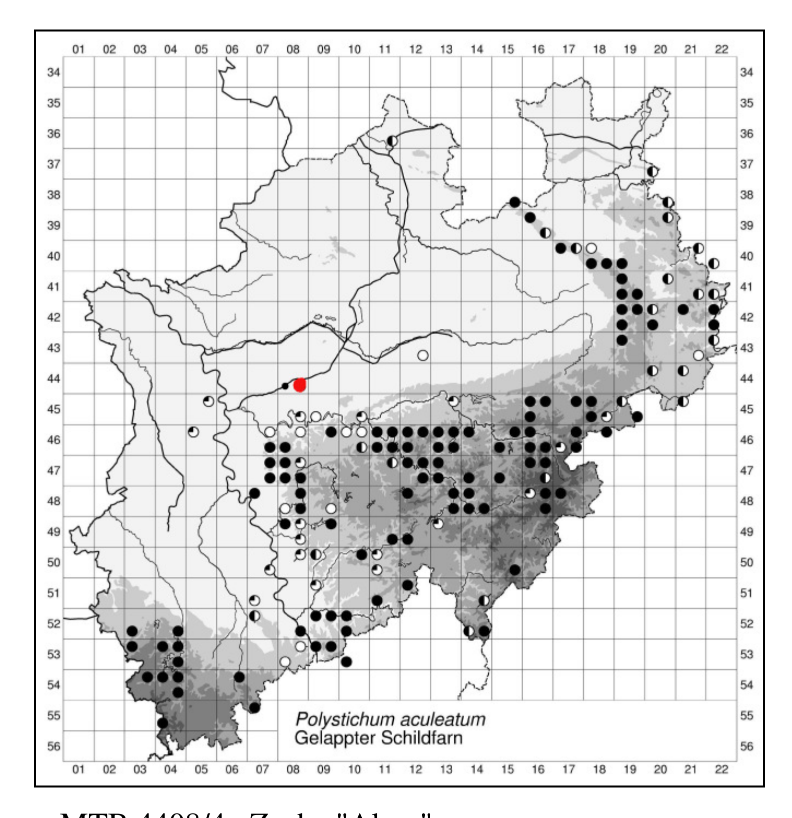
Abb. 51: Gesamtareal von *Quercus cerris* L. (Zerr-Eiche) in Europa (nach MEUSEL et al. 1965)

B) *Polystichum aculeatum* (L.) ROTH. (Dorniger Schildfarn); Syn. *Polystichum lobatum* (HUDS.) CHEVALL.:

Das Vorkommen des Dornigen Schildfarnes auf der Untersuchungsfläche "Alma" in Gelsenkirchen-Ückendorf (s. Abb. 53) stellt einen nordwestlichen Vorposten innerhalb des nordrhein-westfälischen Gesamtareals dar. Die Sippe gilt nach POTT (1995) als Verbandscharakterart der Linden-Bergahorn-Schluchtwälder (*Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani*). Sie hat als typischer Mittelgebirgsbewohner in NRW einen collin-submontanen Verbreitungsschwerpunkt, fehlt natürlicherweise im Flachland und wird nach Norden immer seltener bzw. ist dort auf den kontinentalen Osten beschränkt (GAUSMANN et al. 2004). Schwierig ist die Beurteilung des Status von *Polystichum aculeatum* an ihrem Fundort in Gelsenkirchen-Ückendorf, da die Sippe, wenn auch sehr selten, in Gärten gepflanzt wird und von dort verwildert sein kann. Obwohl der Dornige Schildfarn in der Roten Liste von NRW für den Naturraum Westfälische Bucht als "verschollen" bzw. "ausgestorben" geführt wird (WOLFF-STRAUB et al. 1999), sind Vorkommen der Art im Ruhrgebiet schon seit längerer Zeit bekannt. Rezente Nachweise der Art finden sich für Mülheim an der Ruhr (KEIL & VOM BERG 1999), historische Nachweise stammen aus Herne (KRÜGER 1922) sowie aus Gelsenkirchen, wo die Art 1992 für ein mittlerweile wieder erloschenes Mauervorkommen angegeben wird (KOSLOWSKI & HAMANN 1995). Per Definition darf die Kategorie 0 = ausgestorben/verschollen erst nach einem Zeitraum von mindestens 10 Jahren, in denen die Sippe nicht mehr nachgewiesen wurde, verwendet werden (WOLFF-STRAUB et al. 1999). Da die Datengrundlage für die Sippe hier am nördlichen Arealrand offensichtlich nicht ausreichend ist, scheint die Einstufung "D" = Datenbasis nicht ausreichend oder - bei gesicherten Erkenntnissen - "R" = durch extreme Seltenheit gefährdet in der Roten Liste für den Naturraum Westfälische Bucht sinnvoll zu sein (vgl. auch KEIL et al. 2002).



Abb. 52: *Polystichum aculeatum* (L.) ROTH. (Dorniger Schildfarn) in der Vegetationsaufnahme II der Untersuchungsfläche "Alma"



MTB 4408/4: Zeche "Alma"

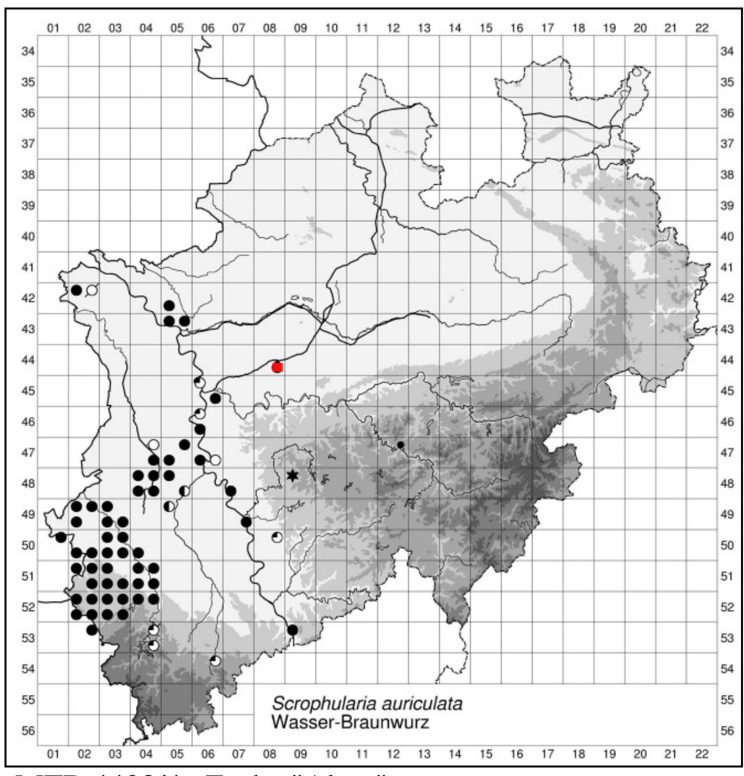
Abb. 53: Verbreitung von *Polystichum aculeatum* (L.) ROTH (Dorniger Schildfarn) in Nordrhein-Westfalen (nach HAEUPLER et al. 2003; verändert)

C) *Scrophularia auriculata* L. (Wasser-Braunwurz):

Die Wasser-Braunwurz (s. Abb. 54) zeigt innerhalb Nordrhein-Westfalens einen Verbreitungsschwerpunkt im Westen (s. Abb. 55). RUNGE (1989) schreibt sogar, dass "die Art nur westlich des Rheins und in Holland beheimatet ist." Sie ist bei den Ellenberg´schen Zeigerwerten sogar mit der Kontinentalitätszahl 1 (= euozeanisch) belegt, d. h. sie kommt in Mitteleuropa nur mit wenigen Vorposten vor (ELLENBERG et al. 1992). Auch OBERDORFER (1994) gibt zu der Art an, dass sie "bei uns (Deutschland) an der Ostgrenze ihrer Verbreitung steht." Das Vorkommen auf "Alma" stellt somit einen nach Nordosten vorgeschobenen Vorposten ihres Gesamtareals dar. Auf Grund ihrer Seltenheit im Ruhrgebiet wird die Wasser-Braunwurz in der Roten-Liste NRW 1999 für diesen Naturraum mit 2 (= stark gefährdet) geführt (vgl. Kap. 5.2.6.). Ihre natürlichen Standorte sind Bachröhrichte, Gräben und Ufer langsam fließender Gewässer und Nasswiesen auf sickernassen, meist flach überschwemmten, nährstoffreichen aber z. T. kalkarmen Schlammböden (OBERDORFER 1994). An ihrem Fundort auf der Untersuchungsfläche "Alma" kann sie sich wahrscheinlich wegen der Verdichtung des Bergematerials mit den wasserstauenden Folgen halten (vgl. Kap. 5.1.6.). Die Population auf "Alma" umfasst zwei Individuen, welche eine bemerkenswert gute Vitalität aufweisen, jedoch steril sind und weder blühen noch fruchten. Zur Herkunft der Art auf der Untersuchungsfläche "Alma" kann nur spekuliert werden: sie verfügt über Streufrüchte mit kleinen, leichten Samen, die sowohl wind- als auch tierverbreitet werden (DÜLL & KUTZELNIGG 1994).



Abb. 54: *Scrophularia auriculata* L. (Wasser-Braunwurz) in der Vegetationsaufnahme VI der Untersuchungsfläche "Alma"



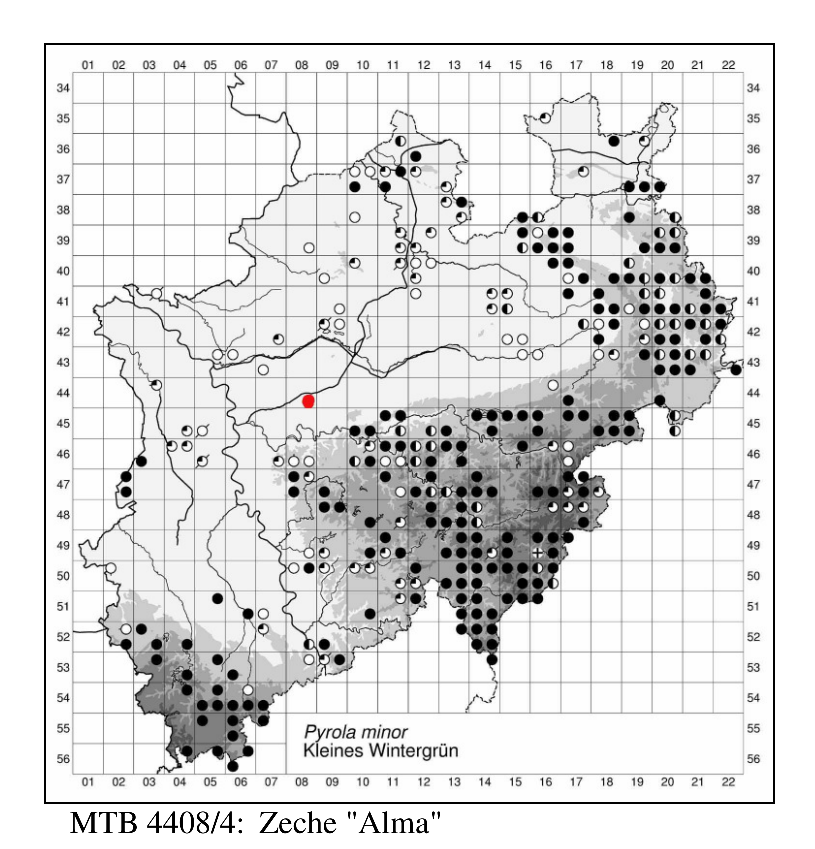
MTB 4408/4: Zeche "Alma"

Abb. 55: Verbreitung von *Scrophularia auriculata* L. (Wasser-Braunwurz) in Nordrhein-Westfalen (nach HAEUPLER et al. 2003; verändert)

D) *Pyrola minor* L. (Kleines Wintergrün):

Von Bedeutung ist der Fundort von *Pyrola minor* auf der Untersuchungsfläche "Alma", da es sich hierbei großräumig gesehen um einen Wiederfund der Art für das Flachland handelt (s. Abb. 56). Die Art kommt ursprünglich in sauren Wäldern im Süderbergland vor, allerdings gibt es im Süderbergland auch vereinzelte Vorkommen auf alten Erzhalden (GAUSMANN et al. 2004). Sie hat in NRW wie *Polystichum aculeatum* ebenfalls einen collin-submontanen Verbreitungsschwerpunkt und wird nach Norden im Flachland immer seltener bzw. ist dort ebenfalls auf den kontinentalen Osten beschränkt. Dieser Fundort stellt ebenso wie der von *Polystichum aculeatum* einen nach Nordwesten in die Westfälische Tieflandsbucht vorgeschobenen Vorposten dar (s. Abb. 56). Die Population auf "Alma" umfasst ca. 10 Individuen, welche ebenfalls wie die Wasser-Braunwurz steril waren, ansonsten wiesen die Pflanzen aber eine gute Vitalität auf. In der Roten Liste der gefährdeten Pflanzen wird die Art mit 3 (= gefährdet) für NRW, mit 2 (= stark gefährdet) für das Westfälische Tiefland und mit 0 (= ausgestorben/verschollen) für den Ballungsraum

Ruhr geführt (vgl. Kap. 5.2.6.). Nach DÜLL & KUTZELNIGG (1994) breitet sich die Art als Windstreuer bzw. Ballonflieger (Anemochorie) aus und zeichnet sich durch winzige Samen (0,004 mg Gewicht) mit aufgeblasener Samenschale aus. Als Herkunft der Diasporen und damit des Vorkommens der Art auf "Alma" können daher Populationen aus dem Süderbergland oder dem Teutoburger Wald angenommen werden.



MTB 4408/4: Zeche "Alma"

Abb. 56: Verbreitung von *Pyrola minor* L. (Kleines Wintergrün) in Nordrhein-Westfalen (nach HAEUPLER et al. 2003; verändert)

E) *Betula ×aurata* BORKH. (Goldbirke); Syn. *B. ×aschersoniana* HAYEK:

Spontan entstandener, steriler Bastard zwischen *Betula pendula* (Hänge-Birke) und *Betula pubescens* (Moor-Birke). Charakteristisch ist nach der "Illustrierten Flora Mitteleuropas" von HEGI (1981) die "in schneeweißen, dünnen Lagen sich ablösende Borke." Dies konnte bei den in den Untersuchungsflächen auftretenden Individuen jedoch in keiner Weise beobachtet werden, sondern eher das Gegenteil: eine Borke von hell- bis goldbrauner, meist jedoch dunkelbrauner, fast schwarz erscheinender Farbe (s. Abb. 57), die sehr an die Stammfarbe der Karpaten-Birke (*Betula

carpatica) erinnert. Die reine Hänge-Birke (*Betula pendula*) hat dagegen immer eine weiße Borke (s. Abb. 57). Die Blätter von *Betula ×aurata* weisen eine rundliche bis herzförmige Form auf im Gegensatz zu den lang zugespitzten Blättern von *Betula pendula* (s. Abb. 58), sind also denen von *Betula pubescens* ähnlicher (s. Abb. 58). Desweiteren haben sie nur eine einfache Blattserratur, *Betula pendula* hat dagegen eine doppelte Blattserratur. Eine adventivfloristische Besonderheit stellt das Vorkommen von *Betula maximowicziana* (Maximowiczs Birke, Lindenblättrige Birke) auf der Untersuchungsfläche "Landschaftspark DU-Nord" dar (s. Abb. 58). Diese ursprüngliche aus Japan und von den südlichen Kurilen stammende Gehölzsippe wird relativ selten in Parkanlagen und Gärten kultiviert. Sie trat nicht in den Vegetationsaufnahmen auf und wurde auf der Fläche am "Geo-Tag der Artenvielfalt 2001" von K. Adolphi gefunden. Verwilderungen dieser Sippe sind (noch) relativ selten zu beobachten. Von *Betula pendula* unterscheidet sie sich durch die i. d. R. zahlreicheren Blattnervpaare und einen herzförmigen Blattgrund (FITSCHEN 1990). Da die Birken sehr leicht hybridisieren, bleibt in Zukunft auf Bastardbildungen von *B. pendula* mit *B. maximowicziana* zu achten, ebenso von *B. pendula* mit *B. nigra* und *B. papyrifera*.



Abb. 57: Baumstamm von *Betula ×aurata* in der Untersuchungsfläche "Zollverein" (linkes Bild), in der Untersuchungsfläche "Mont-Cenis" (mittleres Bild) und von *Betula pendula* in der Untersuchungsfläche "Alma" (rechtes Bild)



Abb. 58: Blatt von *Betula ×aurata* in der Untersuchungsfläche "Hannover" (linkes Bild), von *Betula pendula* in der Untersuchungsfläche "Hannover" (mittleres Bild) und von *Betula maximowicziana* in der Untersuchungsfläche "Landschaftspark DU-Nord" (rechtes Bild)

F) *Populus*-Hybridkomplexe ("Ruhrgebietspappeln"):

Hierbei handelt es sich um komplexe Hybridgruppen, an deren Bildung drei (Triplebastarde), vier (Quadrupelbastarde) oder sogar noch mehr Elternarten beteiligt sein können (KEIL & LOOS 2004). Es handelt sich hierbei um echte Anökophyten, die ihre Entstehung dem Umstand zu verdanken haben, dass ihre Elternarten in unmittelbarer räumlicher Nähe gepflanzt und kultiviert wurden. Als Elternarten kommen die einheimische Schwarz-Pappel (*Populus nigra* s.str.), Pyramiden-Pappel (*Populus nigra* cf. '*Italica*'), Kanadische Hybrid-Pappel (*Populus ×canadensis*) sowie verschiedene Sippen aus der Artengruppe der Lorbeer-Pappeln (*Populus balsamifera* agg.) in Frage. Morphologisch ließen sich bei den in den Untersuchungsflächen auftretenden Pappel-Hybriden zwei Sippen unterscheiden: eine in ihrem Habitus - v. a. in der Blattform - der Pyramiden-Pappel nahe stehende Sippe, welche *Populus nigra* cf. '*Italica*' benannt wurde, und eine in ihrem Habitus eher den Lorbeer-Pappeln ähnelnde Sippe (s. Abb. 59), welche *Populus maximowiczii*-Hybride benannt wurde. Bei beiden Namen handelt es sich taxonomisch nicht um akzeptierte gültige Namen, sondern um rein vorläufige Arbeitsbezeichnungen. Diese Pappeln sind fertil und fruchten reichlich (KEIL & LOOS 2004), es kann aber auch wieder zu Introgressionen mit den Elternarten kommen. Dieser Umstand birgt eine nicht zu

unterschätzende Gefahr, da die reine Schwarz-Pappel (Rote-Liste-Kategorie) als eine der Elternarten aufbastardisiert werden kann (SCHMITZ 1999).

Diese Pappeln sind vor allem bestandsbildend in Vorwaldstadien der großen Industriebrachen des Ruhrgebietes und bilden dort sogar Monobestände (KEIL & LOOS 2004), in den untersuchten Beständen traten sie eher als Begleiter auf, nur in wenigen Vegetationsaufnahmen erreichten sie hohe Artmächtigkeiten und waren dann auch bestandsbildend (vgl. Kap. 5.1.4.). Ökologisch scheinen diese Pappel-Hybriden einen Schwerpunkt auf kalkhaltigen Ausgangssubstraten mit hohen pH-Werten zu haben (s. Abb. 18).

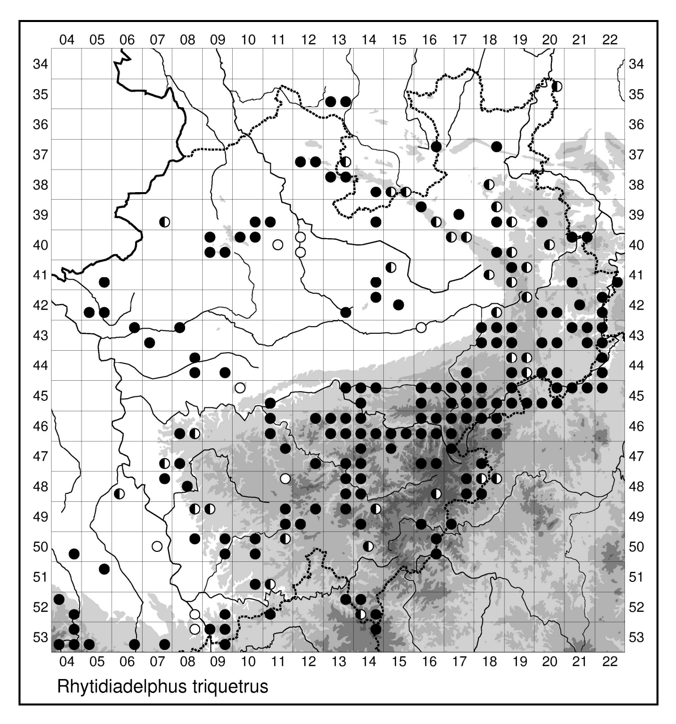


Abb. 59: *Populus maximowiczii*-Hybride in der Vegetationsaufnahme I der Untersuchungsfläche "Zollverein"

G) *Rhytidiadelphus triquetrus* (HEDW.) WARNST. (Großes Kranzmoos):

Die Fundorte von *Rhytidiadelphus triquetrus* in den Untersuchungsflächen "Alma" und "Lothringen" sind aus bioindikatorischer Hinsicht von Bedeutung, weil es sich hierbei um eine Sippe handelt, die hohe Anforderungen an die Luftqualität stellt (C. Schmidt, mündl. Mitt.). Daher existieren bislang nur wenige Fundpunkte dieser Sippe im Ruhrgebiet (s. Abb. 60). Der Verbreitungsschwerpunkt liegt - vermutlich wegen der besseren Luftqualität - im montanen Bereich Nordrhein-Westfalens wie im Süder Bergland, im Teutoburger Wald und in der Eifel. Im Ruhrgebiet, lange Zeit wegen der starken Luftbelastung "Flechten- und Mooskampfzone" (WIRTH 1980),

können rezent Remigrationen anspruchsvoller Kryptogamen beobachtet werden. Das Große Kranzmoos zeichnet sich durch eine terrestrische (= epigäische) Lebensweise aus und wird deswegen bei Luftgütekartierungen nicht berücksichtigt, da hierbei nur epiphytische Kryptogamen aufgenommen werden.



MTB 4408/4: Zeche "Alma"
MTB 4409/4: Zeche "Lothringen"

Abb. 60: Verbreitung von *Rhytidiadelphus triquetrus* (HEDW.) WARNST. in Nordrhein-Westfalen (aus dem Datensatz der bryologischen Kartierung Nordrhein-Westfalens von C. Schmidt, unveröffentlicht)



Abb. 61: *Rhytidiadelphus triquetrus* (HEDW.) WARNST. in der Vegetationsaufnahme XIX der Untersuchungsfläche "Alma"

5.2.6. Vorkommen von Rote-Liste-Sippen in den Untersuchungsflächen

Industriebrachen können wertvolle Lebens- und Rückzugsräume für eine Vielzahl gefährdeter Tier- und Pflanzenarten darstellen, v. a. von Arten, die heute in unserer agrarisch intensiv genutzten Landschaft keine geeigneten Lebensräume mehr vorfinden (REIDL 1993; GAUSMANN et al. 2004). Nach JAGEL (2003) weisen die artenreichen Pionierstadien eine höhere Anzahl von Pflanzensippen der Roten Liste auf, die dann mit zunehmender Verbuschung der Brachflächen zurückgeht, da es sich in der Regel bei den betroffenen Arten um konkurrenzschwache Sippen - meist Therophyten -handelt. Insgesamt konnten in den Untersuchungsflächen elf Sippen der Roten Liste NRW nachgewiesen werden (s. Tab. 11), was einem Anteil von 3,8 % des Gesamtsippenspektrums entspricht (Stetigkeiten der Sippen s. Anhang I). Die Häufigkeit und das Auftreten gefährdeter Pflanzensippen in den urban-industriellen Vorwäldern ist also eher als sehr niedrig einzustufen, zumal es sich bei drei Sippen (*Rhamnus cathartica*, *Taxus baccata*, *Ulmus glabra*) auch um Kulturflüchter handeln kann (vgl. Anhang I, II u. III). Der Status von *Ulmus glabra* (s. Abb. 62) wird für die Westfälische Tieflandsbucht (und damit auch für einen weiten Teil des Untersuchungsgebietes) zudem als zweifelhaft angegeben (vgl. Anhang I).

Trotzdem konnten mit *Polystichum aculeatum* und *Pyrola minor* in der Untersuchungsfläche "Alma" zwei Sippen nachgewiesen werden, die in der Roten Liste NRW für den Ballungsraum Ruhrgebiet bzw. die Westfälische Tieflandsbucht als ausgestorben / verschollen geführt werden, d. h. diese Sippen konnten seit zehn Jahren nicht mehr für den betreffenden Naturraum nachgewiesen werden (vgl. Kap. 5.2.5.). Ferner kamen mit *Scrophularia auriculata* und *Rhytidiadelphus triquetrus* zwei Sippen vor, die für den Ballungsraum Ruhrgebiet bzw. die Westfälische Tieflandbucht als stark gefährdet eingestuft werden. Die Tatsache, dass alle diese Sippen in der Untersuchungsfläche "Alma" vorkamen, unterstreicht die Bedeutung dieser Fläche für den Artenschutz und rechtfertigt - neben bedeutenden herpetofaunistischen Vorkommen - ihre Ausweisung als Naturschutzgebiet (NSG).

Tab. 11: Übersicht über die in den Vegetationsaufnahmen nachgewiesenen Rote-Liste-Sippen (Rote-Liste-Status nach WOLFF-STRAUB et al. 1999 sowie SCHMIDT & HEINRICHS 1999)

Taxon	NRW	Westfälische Tieflandsbucht	Niederrhein. Tiefland	Ballungsraum Ruhrgebiet
Carex disticha	*	*	*	3
Carex pendula	*	*	*	3
Climacium dendroides	*	*	3	k.A.
Hieracium pilosella	V	-	-	-
Polystichum aculeatum	*	0	0	-
Pyrola minor	3	2	2	0
Rhamnus cathartica	*	3	3	3
Rhytidiadelphus triquetrus	3	2	2	k.A.
Scrophularia auriculata	*	*	-	2
Taxus baccata[a]	3	-	-	-
Ulmus glabra	3	D	-	-
∑ 11				

0 = ausgestorben / verschollen

2 = stark gefährdet

3 = gefährdet

V = Vorwarnliste

[a] = bezieht sich nur auf indigene Vorkommen

* = ungefährdet

D = Datengrundlage nicht ausreichend

k.A. = keine Angabe



Abb. 62: *Ulmus glabra* (Berg-Ulme) in der Vegetationsaufnahme III der Untersuchungsfläche "Mont-Cenis"

6. Diskussion

6.1. Waldentwicklung und Sukzession

Wie die im Rahmen dieser Diplom-Arbeit durchgeführten Untersuchungen gezeigt haben, stellen die Weißbirken-Vorwälder bzw. die Salweiden-Weißbirken-Vorwälder nicht die Klimaxgesellschaften auf den industriellen Standorten dar, sondern der Prozess der Etablierung von Edellaubgehölzen wird weiter voranschreiten. Es ist zu erwarten, dass die Pioniergehölze *Betula pendula* und *Salix caprea* als noch dominante Baumarten langfristig durch andere Baumarten abgelöst werden.

Die hohe Anzahl der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Waldarten, v. a. der Waldbaumarten wie von *Quercus robur*, lassen die Annahme, dass sich die Sukzession auf Industriebrachen im Ruhrgebiet in Richtung eines Birken-Eichenwaldes (*Betulo-Quercetum*) entwickelt, als sehr begründet erscheinen. Ferner werden neben der Stiel-Eiche aber auch noch eine Anzahl anderer Baumsippen eine Rolle spielen und bestandsbildend sein, darunter einheimische Arten wie Vogel-Kirsche, Eber-Esche, Gewöhnliche Esche, Feld-Ahorn und Gewöhnliche Hain-Buche, aber auch nicht-einheimische Arten wie Berg-Ahorn, Spitz-Ahorn, Rot-Eiche und Spätblühende Traubenkirsche. Dass es sich beim Birken-Eichenwald aber nicht unbedingt um die Klimaxgesellschaft handeln muss, belegen die Nachweise der Rotbuche in den Untersuchungsflächen. Auch eine Entwicklung hin zum Geißblatt-Buchenwald (*Periclymeno-Fagetum*) oder von der Rotbuche dominierten Waldgesellschaften kann nicht ausgeschlossen werden. Der Zeitraum bis zum Einstellen eines Buchenwaldes muss dabei mit mehreren Jahrhunderten veranschlagt werden, da sich die Sukzession auf den Montanindustriebrachen des Ruhrgebietes zum jetzigen Zeitpunkt nach knapp 100 Jahren erst auf dem Stand eines initialen Birken-Eichenwald-Stadiums befindet.

Das sich die Potentielle natürliche Vegetation auf diesen Standorten wieder einstellt, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch noch auszuschließen, da die Standorte doch teilweise irreparabel verändert wurden und für eine Ansiedlung anspruchsvoller Waldarten denkbar ungünstig erscheinen. Interessanterweise sind unter den krautigen Waldarten eine Reihe von Säurezeigern (vgl. Kap. 5.1.6.), obwohl die Mehrzahl der Standorte mittels der Ellenberg´schen Zeigerwerte nur als schwach sauer charakterisiert werden konnten (vgl. Kap. 5.1.7.) und damit die bisherigen Überlegungen zur Pyritverwitterung – oder aber auch die Anwendbarkeit der

Zeigerwerte nach Ellenberg auf urban-industrielle Vegetationstypen - als fraglich erscheinen lassen. Der Zeitraum jedenfalls, in dem sich ein typisches Waldartenspektrum auch krautiger Waldarten einstellen wird, muss dabei ebenfalls wie bei den Waldbaumarten mit Jahrzehnten oder möglicherweise sogar mit Jahrhunderten veranschlagt werden, da die Ausbreitung nemophiler Arten auf die Industriebrachen durch die Entfernung zu den Diasporenquellen in hohem Maße erschwert wird.
Im Gegensatz dazu ist der Artenreichtum an Gehölzen in diesen Pionierwäldern das Ergebnis des enorm hohen Angebotes an Diasporen fremdländischer Sippen, die im städtischen Bereich durch kultivierte Gehölzsippen ausreichend zur Verfügung stehen. Die hohe Gehölzdiveristät ist aber wahrscheinlich auch auf die abgeschwächten Konkurrenzverhältnisse am Anfang der Sukzession zurückzuführen, denn es ist - im Gegensatz zur Klimax - noch keine Baumart dominant, wie dies beispielsweise *Fagus sylvatica* in den *Fagion*-Gesellschaften ist. Da sich die Vegetation offensichtlich wieder in Richtung eines naturnäheren Zustandes entwickelt bedeutet dies für große Teile ehemaliger industrieller Standorte im Ruhrgebiet, das sich die Landschaft in diesen Räumen zyklonal wieder ihrer Ausgangssituation, nämlich einer Naturlandschaft, annähert (s. Abb. 63).

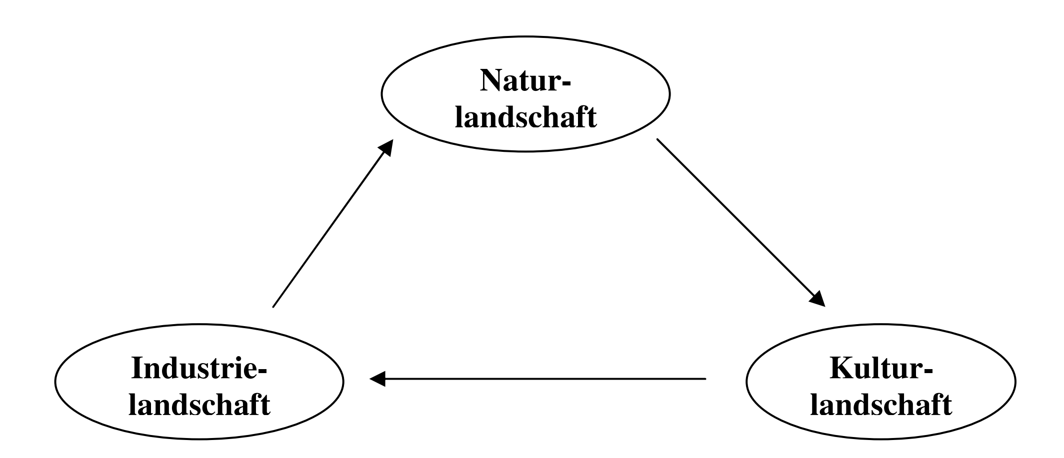


Abb. 63: Zyklus der Landschaftsentwicklung urban-industrieller Brachflächen im Ruhrgebiet (eigener Entwurf)

Das sich die urban-indstriellen Vorwälder nur unzureichend mit den bewährten pflanzensoziologischen Methoden ordnen und klassifizieren lassen, legt den Schluß nahe, dass es sich bei diesem Vegetationstyp um eine sogennante Rumpfgesellschaft handelt, d. h. die Gesellschaftsbildung ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen und daher fehlt eine charakteristische Artenkombination. Auch die Annahme, dass es sich um ein völlig neues, eigenständiges Phytozönon handelt, das mit den bisher beschriebenen Pflanzengesellschaften nur eingeschränkt vergleichbar ist, liegt nahe. REIDL (1993) schuf daher für die auf den Industriebrachen neu entstandenen Zoo- und Phytozönosen den Begriff "Neozönosen", der sich wohl auch auf die urban-industriellen Vorwälder des Ruhrgebietes übertragen lässt.
Als einziges Taxon erfüllt *Brachythecium rutabulum* die Stetigkeitsregel und könnte als Charakterart der urban-industriellen Vorwälder gelten. Von der Schaffung eines neuen Syntaxons wie beispielsweise einem "*Brachythecio-Betuletum*" ist aber abzuraten, da die ubiquitäre Moos-Sippe *Brachythecium rutabulum* eine weite ökologische und daher auch eine weite soziologische Amplitude hat. Sie wäre als Charakterart denkbar ungeeignet, fordern doch BARKMAN et al. (1986) im "Internationalen Code der Pflanzensoziologischen Nomenklatur" (ICPN), dass der Name einer Pflanzengesellschaft aus "einer charakterisierenden und einer dominanten Art bestehen sollte". Daher scheint eine neutrale, nicht festgelegte Benennung als ranglose Gesellschaft wie z. B. *Betula pendula-Salix caprea*-Vorwälder, ausgehend von den beiden dominanten Baumarten, möglicherweise eine sinnvolle Lösung zu sein (vgl. Anhang VI).

6.2. Auswirkungen der Klimaerwärmung auf Flora und Vegetation

Die Untersuchungen haben gezeigt, das die floristischen Unterschiede - v. a. bezüglich der Diversität und des Status - zwischen Beständen der Stahlindustrie und Beständen der Kohleindustrie größer sind als die Unterschiede der Industriebrachen des westlichen und des östlichen Ruhrgebietes, also im West-Ost-Transekt. Der einzige Aspekt, auf den dies nicht zutrifft, ist das Vorkommen und die Verbreitung thermophiler Gehölzsippen im Ruhrgebiet, denn deren Verbreitung spiegelt doch recht offensichtlich die regionalklimatischen Verhältnisse wieder und führt bei den wärmeliebenden Gehölzen zu einer deutlichen West-Ost-Verteilung. Somit hat das Klima – und möglicherweise auch die rezente Klimaerwärmung – Einfluss auf die

floristische Zusammensetzung und die Physiognomie der urban-industriellen Wälder, was allerdings auch auf naturnahe Wälder übertragbar ist.

Die Vorkommen der thermophilen Gehölze wie *Mahonia aquifolium*, *Ligustrum vulgare* und *Pyracantha coccinea* als laurophylle Sippen sowie *Paulownia tomentosa* und *Quercus cerris* in den Vegetationsaufnahmen der untersuchten Flächen können als Zeiger für die gegenwärtige Klimaerwärmung gedeutet werden, da bei ihnen offenbar rezent eine Arealexpansion stattfindet. *Mahonia aquifolium* hat sich auch im stadtfernen Umland etabliert, also außerhalb stadtklimatisch begünstigter Lagen. *Paulownia tomentosa* befindet sich offensichtlich in Ausbreitung nach Norden, also scheinen sich auch bei ihr die klimatischen Umweltbedingungen für diese wärmeliebende Sippe positv verändert zu haben und ermöglichen so eine Arealausweitung. Beide Indizien, also eine Etablierung in der Peripherie größerer Städte sowie ein nach Norden gerichtetes progressives Areal, lassen sich bei *Quercus cerris* feststellen und machen auch diese Sippe zu einem Indikator für den Global Change.

Demgegenüber steht eine Gruppe von thermophilen Gehölzsippen wie *Ailanthus altissima* und *Rhus hirta*, deren Ausbreitung und Einbürgerung eher durch das wärmebegünstigte Stadtklima erfolgt. Auch die spontane Ausbreitung thermophiler Pflanzensippen aus wärmeren Klimaregionen wie beispielsweise dem Mittelmeergebiet (s. Abb. 64, 65 u. 66), die rezent entweder noch unbeständig oder mit Einbürgerungstendenzen in Städten - und hier v. a. im innerstädtischen Bereich - auftreten, wird offensichtlich durch das wärmere Stadtklima gefördert. Auch die Einbürgerungstendenz von *Platanus ×hispanica* (Hybrid-Platane) im Ruhrgebiet (s. Abb. 67), von der eine Elternart (*Platanus orientalis*) mediterranen Ursprungs ist, lassen diese Entwicklung begründet erscheinen. Dabei scheinen die thermophilen Gehölze, die bis zur Sprossbasis zurückfrieren und danach wieder neu austreiben können, gegenüber Frostschäden einigermaßen unempfindlich zu sein und auftretende Frostereignisse besser als die thermophilen Kräuter kompensieren zu können, so dass es wohl eher verholzende als krautige Sippen sein werden, die sich langfristig einbürgern.



Abb. 64: *Silybum marianum* (Mariendistel) in der Herner City



Abb. 65: *Arum italicum* (Italienischer Aronstab) auf der Untersuchungsfläche "Alma"



Abb. 66: *Ficus carica* (Feigenbaum) am Bochumer Hauptbahnhof



Abb. 67: Spontaner Jungwuchs von *Platanus* ×*hispanica* (Hybrid-Platane) in der Rheinaue bei Duisburg-Friemersheim

Neben floristischen Indikatoren für eine rezente Klimaerwärmung gibt es aber auch in der Fauna zahlreiche Beispiele, die auf eine Veränderung des Klimas hindeuten. So werden in Deutschland die Fundmeldungen ursprünglich mediterraner Arten immer häufiger und stellen kein neues Phänomen dar. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Wespenspinne (*Argiope bruennichi*). Ihre Ausbreitung erfolgte von Süddeutschland aus zunächst entlang wärmebegünstigter Tallagen (KUNZ 1993; RENKER & KAPPES 2000) Richtung Norddeutschland. Fundmeldungen aus Westfalen (z. B. KORDGES & KRONSHAGE 1995) zeigen, das die Arealexpansion noch nicht abgeschlossen ist und sich die Teilareale rezent noch ausdehnen bzw. ineinander übergehen, so dass ein geschlossenes Areal entsteht. Die optisch auffällige Wespenspinne konnte in den Untersuchungsflächen "Pluto" in Herne (s. Abb. 68) und "Alma" in Gelsenkirchen im Mittleren Ruhrgebiet nachgewiesen werden.

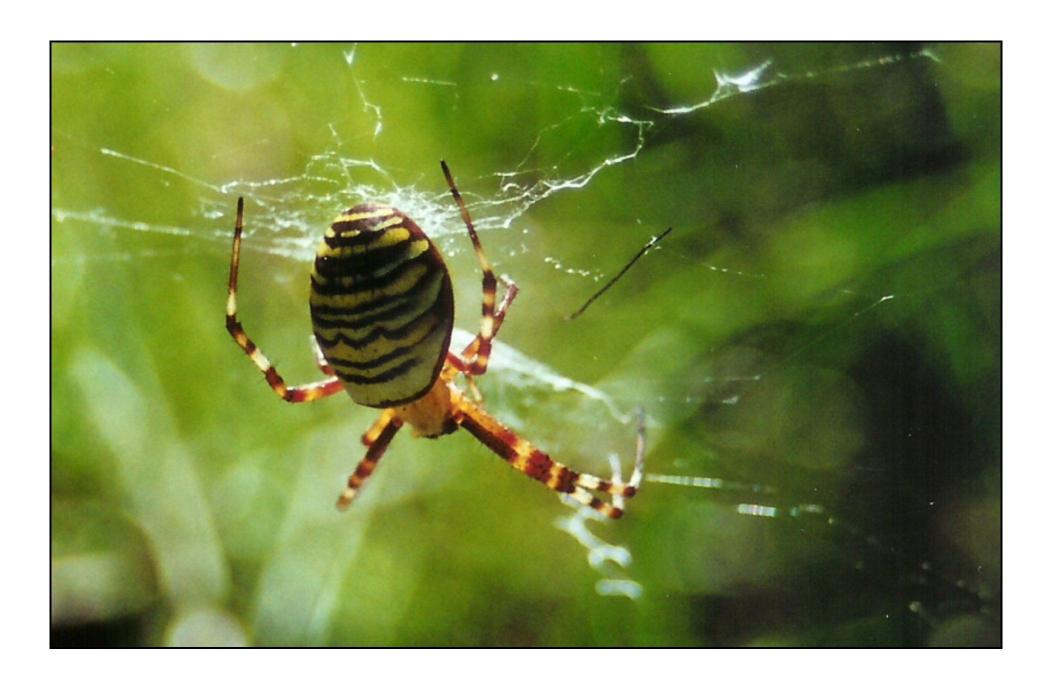


Abb. 68: *Argiope bruenichi* (Wespenspinne) in der Untersuchungsfläche "Pluto"

7. Zusammenfassung:

Die Funktion urban-industrieller Brachflächen als Trittsteinbiotope wird durch das Vorkommen von montanen Sippen aus dem Süder Bergland und dem nördlich gelegenen Teutoburger Wald bestätigt, wobei sie in ihrer Gesamtheit als funktionaler Korridor den genetischen Austausch zwischen weit auseinanderliegenden Populationen ermöglichen können. Der hohe Artenreichtum dieser Wälder ist das Ergebnis der sehr heterogenen Standortfaktoren industrieller Brachflächen, welche geeignete - wenn auch künstlich erzeugte - Standorte für eine Vielzahl von Pflanzensippen mit z. T. sehr unterschiedlichen Ansprüchen schaffen. Der so entstandene Reichtum neuer ökologischer Nischen wird dabei, wie die Untersuchungen gezeigt haben, insbesondere von den adventiven Gehölzsippen eingenommen, welche in ihrer Gesamtheit nicht unerheblich am Bestandsaufbau dieser Wälder beteiligt sind und sie zudem floristisch bereichern. Aber auch phylogenetisch junge, neu entstandene Gehölzsippen wie die *Populus*-Hybriden und *Betula ×aurata* scheinen ihre ökologische Nische in den urban-industriellen Wäldern des Ruhrgebietes gefunden zu haben. Dabei sind es gerade diese jungen Sippen, die den regionalen floristischen Charakter der Ruhrgebiets-Industriewälder ausmachen, sogar typisch für diese sind, und sie damit von Industriewäldern anderer Regionen wie z. B. dem Berliner Raum unterscheiden.

Der Artenreichtum der urban-industriellen Vorwälder ist auch das Ergebnis des starken Einflusses von Wirtschafts- und Siedlungsaktivitäten des Menschen, welcher durch seinen Umgang mit pflanzlichem Material ein enormes Ausbreitungspotential für fremdländische wie auch einheimische Sippen bereitstellt. Zum Anderen ist die hohe Phytodiversität aber auch als Effekt der enorm hohen Dynamik, denen diese Wälder (noch) unterworfen sind, anzusehen und wird mit Sicherheit bei Entwicklung der Vorwälder hin zu stabileren Ökosystemen bzw. zur Klimax wieder abnehmen.

Die urban-industriellen Vorwälder des Ruhrgebietes sind somit, da sie einen natürlichen sukzessionalen Prozess durchlaufen, das Ergebnis von kulturellen und natürlichen Faktoren, welche sich in unterschiedlicher Art und Weise auf die Artengarnitur und damit auch auf die Struktur dieser Wälder auswirken. Diese Wälder sind - trotz des hohen Anteils nicht autochthoner Gehölze - als Produkt der Selbstregulation urban-industrieller natürlicher als viele künstlich angelegten Forste,

da es sich bei ihnen, im Gegensatz beispielsweise zu einem Fichtenforst, um eine standortsangepasste Vegetation handelt.

Sie stellen jedoch als Bestandteil eines dynamischen Prozesses nur eine Momentaufnahme dar, d. h. ihre Persistenz ist trotz der langen Zeiträume der auf diesen Flächen stattfindenden Vegetationsentwicklung begrenzt. Da die Pionierwälder noch am Anfang der Waldentwicklung stehen und daher ein sehr hohes Entwicklungspotential aufweisen sollte ein Teil der Bestände auch aus Gründen des Prozessschutzes erhalten bleiben, denn jedes Waldstadium weist eine unterschiedliche begleitende Fauna auf, welche im jeweiligen Stadium einen geeigneten Lebensraum findet.

Das Baumarteninventar der urban-industriellen Wälder wird wechseln und es werden neue Typen von Wäldern entstehen, welche unseren natürlichen bzw. naturnahen Waldgesellschaften floristisch und physiognomisch sehr ähnlich sein könnten, so dass der nach Erholung strebende Besucher dieser Flächen sich optisch wahrscheinlich nicht mehr an einen ehemaligen Industriestandort erinnert fühlt. Ob dieses Entwicklungsziel von den beteiligten Institutionen gewünscht sein wird, oder ob der industrielle Charakter – und damit auch die industrietypische Vegetation - dieser Flächen als Erinnerung an die industrielle Vergangenheit des Ruhrgebietes erhalten bleiben soll, wird von gesellschaftlichen Wertvorstellungen und Leitbildern abhängig sein. Hier muss dann in der Raum- und Landschaftsplanung abgewogen werden, ob die Entwicklungsziele eher kulturhistorisch oder eher ökologisch gewichtet werden. So bemerkenswert der eine oder andere floristische Fund auch sein mag, ein musealer Schutz der Flächen und Bestände, wie er beispielsweise auf den seltenen und gefährdeten Halbtrockenrasen praktiziert wird, eignet sich wenig für den Erhalt urban-industrieller Vegetationstypen. Eher sollte hier ein Prozeßschutz greifen, der die Dynamik und die Vielfalt der neu entstandenen ökologischen Nischen und damit die Lebensräume für eine bemerkenswerte Anzahl an Arten erhält, welche charakteristisch für die urban-industriellen Vorwälder des Ruhrgebietes sind. Jedoch sollten einige Vorwaldbestände – und diese Meinung ist rein subjektiv – als Forschungsobjekt erhalten bleiben, um zu dokumentieren, was für Waldtypen sich entwickeln und in welchen Zeiträumen sich diese Wälder weiter verändern. Ein erster Ansatz dafür wurde glücklicherweise bereits im Projekt "Industriewald Ruhrgebiet" realisiert.

8. Literaturverzeichnis

ADOLPHI, K. (1995): Neophytische Kultur- und Anbaupflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. *Nardus* **2**, Wiehl

BARKMAN, J. J., DOING, H. & SEGAL, S. (1986): Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur. 2. Aufl. Vegetatio **67**, S. 145-195

BRANDES, D., WEISHAUPT, A., GROTE, S., BECHER, R., GRIESE, D., HARTWIG, U., SCHLENDER, H., WENZEL, K., & NITZSCHE, J. (2003): Die aktuelle Situation der Neophyten in Braunschweig. Braunschweiger Naturkundliche Schriften **6**(4). Braunschweig, S. 705-760

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3.Aufl., Springer, Wien, New York, 865 S.

BURGHARDT, W. (1988): Substrate und Substratmerkmale von Böden der Stadt- und Industriegebiete. Arbeitskreis Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. **56**, S. 311-316

DEGE, W. (1983): Das Ruhrgebiet. 3. Aufl. Berlin, 184 S.

DETTMAR, J. (1992): Industrietypische Flora und Vegetation im Ruhrgebiet. Dissertationes Botanicae, Bd. **191**. Stuttgart, 397 S.

DETTMAR, J. (2005): Forest for Shrinking Cities ? - The Project "Industrial Forest of the Ruhr". In: KOWARIK, I. & KÖRNER, S. (Hrsg.): Wild Urban Woodlands. Heidelberg, pp. 263-276

DIERßEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). Darmstadt, 241 S.

DOHLEN, M. & SCHMITT, T. (2003): Konzept stoffhaushaltlicher Bilanzen in urbanen Ökosystemen dargestellt am Beispiel von Wäldern in Bochum. In: SCHMITT, T. (Hrsg.): Themen, Trends und Thesen der Stadt- und Landschaftsökologie. Bochumer Geographische Arbeiten **14**. S.21-27

DÜLL, R. (1985): Exkursionstaschenbuch der wichtigsten Moose Deutschlands. 2. Aufl. Rheudt, 273 S.

DÜLL, R. & KUTZELNIGG, H. (1987): Punktkartenflora von Duisburg und Umgebung. 2. Aufl. Rheudt, 378 S.

DÜLL, R. & KUTZELNIGG, H. (1994): Botanisch-ökologisches Exkursionstaschenbuch. 5. Aufl. Wiesbaden, 590 S.

ELLENBERG, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: WALTER, H. (Hrsg.): Einführung in die Phytologie **IV** (1). Stuttgart, 943 S.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULIESSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl., Scripta Geobot. **18**. Göttingen, 258 S.

ERKAMO, V. (1956): Untersuchungen über die pflanzenbiologischen und einige andere Folgeerscheinungen der neuzeitlichen Klimaschwankungen in Finnland. In: Annales Botanici Societatis Zoologicæ Botanicæ Fennicæ ´Vanamo´, **28**(3), S. 1-290

FEIGE, G.-B. & KRICKE, R. (2002): Der Pott grünt. Essener Unikate - Umwelt Ruhr. Essen, S. 58-68

FITSCHEN, J. (1990): Gehölzflora. 11. Aufl. Heidelberg, 808 S.

FRAHM, J.-P. & FREY, W. (2004): Moosflora. 4. Aufl. Stuttgart, 528 S.

FREY, W. & LÖSCH, R. (1998): Lehrbuch der Geobotanik. 1. Aufl. Stuttgart, 436 S.

GAUSMANN, P., LOOS, G.H., KEIL, P. & HAEUPLER, H. (2004): Einige bemerkenswerte floristische Funde auf Industriebrachen des mittleren Ruhrgebietes. Natur u. Heimat, 64 Jg., Heft **2**. Münster, S. 47-54

GILBERT, O. L. (1994): Städtische Ökosysteme. 1. Aufl. Radebeul, 247 S.

GLÄßER, E., SCHMIED, M.-W. & WOITSCHÜTZKE, C.-P. (1997): Nordrhein-Westfalen. Perthes Länderprofile. Gotha, S. 69-108

GÖDDE, M. (1986): Vergleichende Untersuchungen der Ruderalvegetation der Großstädte Düsseldorf, Essen und Münster. Hrsg.: Oberstadtdirektor der Landeshauptstadt Düsseldorf: Garten-, Friedhofs- und Forstamt. Düsseldorf, 273 S. (unveröffentlicht)

HÄCKEL, H. (1993): Meteorologie. 3. Aufl. Stuttgart, 402 S.

HAEUPLER, H. (1992): Die Bergehalde Hugo-Ost. In: HAEUPLER, H. (Hrsg.): Exkursionsführer der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft. 42. Jahrestagung und Exkursionen. Bochum, 120 S.

HAEUPLER, H. (2000): Biodiversität in Zeit und Raum - Dynamik oder Konstanz ? Berichte d. Reinh. Tüxen-Ges. **12**. Hannover, S. 113-129

HAEUPLER, H. (2003): Das Ruhrgebiet ein "Kreuzweg der Blumen"? In: SCHMITT, T. (Hrsg.): Themen, Trends und Thesen der Stadt- und Landschaftsökologie. Bochumer Geographische Arbeiten, Sonderheft **14**. Bochum, S. 91-97

HAEUPLER, H., JAGEL, A. & SCHUMACHER, W. (2003): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen. Hrsg.: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW, Recklinghausen

HAMANN, M. (1988): Vegetation, Flora und Fauna – insbesondere Avifauna – Gelsenkirchener Industriebrachen und ihre Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz. Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum. 236 S.

HÄRDTLE, W., HEINKEN, T., PALLAS, J. & WELß, W. (1997): *Querco-Fagetea* (H5). Teil **1**: *Quercion roboris* (Bodensaure Eichenmischwälder). Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Göttingen, S. 5-45

HEGI, G. (1981): Illustrierte Flora von Mitteleuropa **3** (1). 3. Aufl. Berlin u. Hamburg, 504 S.

HELD, T. & SCHMITT, T. (2001): Vom Spitzkegel zur Landmarke - Bergehalden im Ruhrgebiet. In: Geographische Rundschau, 53. Jg., Heft **9**. Braunschweig, S. 19-26

HOFMANN, M. (1985): Biogeographie und Landschaftsökologie. Grundriss Allgemeine Geographie, Teil **IV**. Paderborn, 96 S.

HÖPPNER, H. & PREUß, H. (1926): Flora des Westfälisch-Rheinischen Industriegebiets unter Einschluß der Rheinischen Bucht. Ruhfus. Dortmund, 381 S.

JAGEL, A. (2003): Zur Situation der Flora auf Industrie- und Bahnbrachen in Bochum/Westfalen. Floristische Rundbriefe Heft **37**/1-2. Bochum, S. 53-73

JOCHIMSEN, M. (1991): Ökologische Gesichtspunkte zur Vegetationsentwicklung auf Bergehalden. In: WIGGERING, H. & KERTH, M. (Hrsg.): Bergehalden des Steinkohlenbergbaus. Wiesbaden, S. 189-194

JOCHIMSEN, M., HARTUNG, J. & FISCHER, I. (1995): Spontane und künstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. Berichte d. Reinh.-Tüxen-Ges. **7**. Hannover, S. 69-88

KASPAREK, G. (2003): Kiwifruit (*Actinida deliciosa* LIANG & FERGUSON) occuring in the wild in western Germany. Floristische Rundbriefe Heft **37**/1-2. Bochum, S. 11-18

KEIL, P. (1999): Ökologie der gewässerbegleitenden Agriophyten *Angelica archangelica* ssp. *littoralis*, *Bidens frondosa* und *Rorippa austriaca* im Ruhrgebiet. Dissertationes Botanicae, Bd. **321**. Stuttgart, S. 162-178

KEIL, P. & VOM BERG, T. (1999): Seltene und bemerkenswerte Farn und Blütenpflanzen in Mülheim an der Ruhr. Mülheimer Jahrbuch **55** (2000), Mülheim a. d. Ruhr

KEIL, P. & LOOS, G.H. (2002a): Dynamik der Ephemerophytenflora im Ruhrgebiet - unerwünschter Ausbreitungspool oder Florenbereicherung ? Neobiota **1**: 37-49

KEIL, P. & LOOS, G.H. (2002b): Ergasiophygophytic trees and shrubs in the Ruhrgebiet (West Germany). UFZ-Bericht, Halle. 14/2002.

KEIL, P., SARAZIN, A., LOOS, G.H. & FUCHS, R. (2002): Eine bemerkenswerte industriebegleitende Pteridophyten-Flora in Duisburg, im Randbereich des Naturraumes "Niederrheinisches Tiefland". Decheniana **155**, S. 5-12.

KEIL, P., FUCHS, R. & LOOS, G.H. (2003): *Eriobotrya japonica* (THUNB.) LINDL., die Japanische Wollmispel, ein ungewöhnlicher Neubürger in Kellerschächten der Essener Innenstadt. Natur und Heimat, 63. Jg., Heft **2**. Münster, S. 59-64

KEIL, P. & LOOS, G.H. (2003): Urbane Wälder als ein Produkt von Kultur und Natur: Vorwaldgesellschaften der Industrie-, Gewerbe- und Bahnbrachen des Ruhrgebietes. - Internationale Fachtagung "Urwald in der Stadt – Postindustrielle Stadtlandschaften von Morgen". Institut für Ökologie der TU Berlin & Projekt Industriewald Ruhrgebiet, Dortmund 16.-18.10. 2003. Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **2**: 20. (www.bswr.de → Veröffentlichungen)

KEIL, P. & LOOS, G.H. (2004): Ergasiophygophyten auf Industriebrachen des Ruhrgebietes. Floristische Rundbriefe **38**/1-2. Bochum, S. 101-112

KEIL, P. & LOOS, G.H. (2005a): Preliminary account of ergasiophygophytic and xenophytic trees, shrubs and subshrubs in the Central Ruhrgebiet. Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **3**: 1-12. (www.bswr.de → Veröffentlichungen)

KEIL, P. & LOOS, G.H. (2005b): Non-established adventive plants in the western and central Rurhgebiet (Northrine-Westphalia, Germany) – a preliminary overview. Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **5**: 1-16. (www.bswr.de → Veröffentlichungen)

KERTH, M., LUDESCHER, F.-B., WIGGERING, H. & ZIMMERMANN, P. (1991): Sekundärbiotope auf Steinkohlenbergehalden. In: WIGGERING, H. & KERTH, M. (Hrsg.): Bergehalden des Steinkohlenbergbaus. Wiesbaden, S. 195-202

KLEINKNECHT, U. (2001): Vegetationskundliche Beschreibung und Einordnung der natürlich aufgewachsenen Birken-Zitterpappel-Vorwälder der Bergbaufolgelandschaften des Leipziger Südraums - das *Hieracio piloselloidis-Betuletum pendulae* ass.nov. Tuexenia Nr. **21**, Göttingen. S. 39-50

KLIMA-ATLAS VON NORDRHEIN-WESTFALEN (1989): Deutscher Wetterdienst (Hrsg.). Offenbach, 65 S.

KLINK, H.-J. (1996): Vegetationsgeographie. 2. Aufl. Braunschweig, 240 S.

KORDGES, T. & KRONSHAGE, A. (1995): Zur Verbreitung der Wespenspinne (*Argiope bruennichi*) in Westfalen (Arachnida: Araneae). Natur u. Heimat 55. Jg., Heft **4**. Münster, S. 71-78

KOSLOWSKI, I. & HAMANN, M. (1995): Funde bemerkenswerter Farnarten an Mauerstandorten in Gelsenkirchen (zentrales Ruhrgebiet). Floristische Rundbriefe Heft **29**/2. Bochum, S. 151-154

KOWARIK, I. & BÖCKER, R. (1984): Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Einbürgerung des Götterbaumes (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle) in Mitteleuropa. Tuexenia **4**. Göttingen, S. 9-29

KOWARIK, I. (1995a): Anthropogene Wälder und Forsten auf naturnahen und urban-industriellen Standorten. Berichte d. Reinh.-Tüxen-Ges. **7**. Hannover, S. 47-67

KOWARIK, I. (1995b): Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten als Problem des Naturschutzes. In: BÖCKER, R., H. GEBHARDT, W. KONOLD & SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.): Gebietsfremde Pflanzenarten. Landsberg, S. 33-56

KOWARIK, I. (2005): Wild Urban Woodlands: Towards a Conceptional Framework. In: KOWARIK, I. & KÖRNER, S. (Hrsg.): Wild Urban Woodlands. Heidelberg, pp. 1-32

KRÜGER, H. (1922): Bilder aus der Pflanzenwelt Hernes und Umgebung. In: DECKER, J. (Hrsg.): Heimatbuch der Stadt Herne. Herne, S. 159-169

KÜHN, I. & KLOTZ, S. (2002): Floristischer Status und gebietsfremde Arten. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft **38**. Bonn, S. 47-56

KUNICK, W. (1985): Gehölzvegetation im Siedlungsbereich. In: Landschaft u. Stadt, Bd. **17**. S. 120-133

KUNZ, M. (1993): Faunistische Beobachtungen aus dem Bereich des Regierungsbezirkes Koblenz - Beobachtungsjahr 1992. Fauna Flora Rheinland Pfalz Beiheft **10**. Landau, S. 113-129

LEDER, B. (2003): Zwischenbericht "Projekt Industriewald Ruhrgebiet". Modul B3: Langzeituntersuchungen zur Entwicklung der Waldstruktur. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen, unveröffentlicht

LOOS, G.H. (1998): Beobachtungen zur Migration und Standortwahl des Dreifinger-Steinbrechs (*Saxifraga tridactylites* L.). Natur u. Heimat, 58 Jg., Heft **2**. Münster, S. 33-38

LOOS, G.H. (1999): Die Neophyten und ihre Begriffssysteme. Naturreport (Unna) Beiheft **2**, 23 S.

MESHINEV, T., APOSTOLOVA, I. & KOLEVA, E. (2000): Influence of warming on timberline rising: a case study on *Pinus peuce* Griseb. in Bulgaria. Phytocoenologia **30**(3-4). Berlin-Stuttgart, S. 431-438

MEUSEL, H., JÄGER, E. & WEINERT, E. (1965): Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora (Karten). Jena, 258 S.

NOWACK, R. (1987): Verwilderungen des Blauglockenbaums [*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.] im Rhein-Neckar-Gebiet. Floristische Rundbriefe **21**(1), S. 23-32

OBERDORFER, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil **2**. Jena, Stuttgart, New York, 311 S.

OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil **2**. 2. Aufl. Jena, Stuttgart, New York, 251 S.

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Stuttgart, 1050 S.

ODUM, E.P. (1983): Grundlagen der Ökologie. 2. Aufl. Stuttgart, 476 S.

POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. Stuttgart, 622 S.

RAUNKIAER, C. (1910): Statistik der Lebensformen als Grundlage für die biologische Pflanzengeographie. In: Beihefte zum Centralblatt, Bd. **27**(**2**). Dresden, S. 171-206

REBELE, F. & DETTMAR, J. (1996): Industriebrachen - Ökologie und Management. Stuttgart, S. 136-149

REICHELT, G. & WILMANNS, O. (1973): Praktische Arbeitsweisen Vegetationsgeographie. Das Geographische Seminar. Braunschweig, 210 S.

REIDL, K. (1989): Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen als Grundlagen für den Arten- und Biotopschutz in der Stadt - Dargestellt am Beispiel Essen. Diss. Univ.-Essen, 811 S.

REIDL, K. (1993): Zur Gefäßpflanzenflora der Industrie- und Gewerbegebiete des Ruhrgebietes - Ergebnisse aus Essen. Decheniana Bd. **146**. Bonn, S. 39-55

REISS-SCHMIDT, S. (1988): Entsiegelungsmaßnahmen auf gewerblichen Flächen. Informationen zur Raumentwicklung Heft **8/9**, S. 557-572

RENKER, C. & KAPPES, H (2000): Verbreitung der Wespenspinne *Argiope bruennichi* (SCOPOLI, 1772) (Arachnida: Araneae) in der Region Trier. Decheniana Bd. **152**. Bonn, S. 133-138

ROTHMALER, H. (1996): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. **2**, Gefässpflanzen: Grundband. 16. Aufl. Jena, 639 S.

RUNGE, F. (1989): Die Flora Westfalens. 3. Aufl. Münster, 589 S.

RVR (Hrsg.): Jahrbuch Ruhrgebiet 2003/2004. 1. Aufl. Essen, 2004

SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Stuttgart, 442 S.

SCHMIDT, C. & HEINRICHS, J. (1999): Rote Liste der gefährdeten Moose. In: Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere, 3. Fassung. LÖBF-Schr.R.**17**. Recklinghausen, S. 75-171

SCHMIDT, P.A. & WILHELM, E.-G. (1995): Die einheimische Gehölzflora - ein Überblick. Beiträge zur Gehölzkunde. Rinteln, S. 50-75

SCHMITT, T. (1989): Xerothermvegetation an der Unteren Mosel. Schutzwürdigkeit und Naturschutzplanung von Trockenbiotopen auf landschaftsökologischer Grundlage. Gießener Geographische Schriften, Heft **66**. Gießen, 183 S.

SCHMITZ, U. (1999): Naturverjüngung und Identifizierung der Schwarzpappel (*Populus nigra*) am Niederrhein. Decheniana Bd. **152**. Bonn, S. 117-121

SCHMITZ, U. (2002): Untersuchungen zum Vorkommen und zur Ökologie neophytischer *Amaranthaceae* und *Chenopodiaceae* in der Ufervegetation des Niederrheins. – Dissertation, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, unveröffentlicht

SCHREIER, K, (1955): Die Vegetation auf Trümmerschutt zerstörter Stadtteile in Darmstadt und ihre Entwicklung in pflanzensoziologischer Betrachtung. Schriftenr. Naturschutzstelle Darmstadt **3**(1), S. 1-49

SCHROEDER, F.G. (1969): Zur Klassifikation der Anthropochoren. – Vegetatio **16**: S. 225-238

SCHULTZ, J. (1995): Die Ökozonen der Erde. 2. Aufl. Stuttgart, S. 197-206

SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. **1**. Stuttgart, 1990. S. 362

SUKOPP, H. & WURZEL, A. (2003): The Effects of Climate Change on the Vegetation of Central European Cities. In: Urban Habitats, Vol. **I**, Nr. I. pp 66-86

VERBÜCHELN, G. (1995): Rote Liste der Pflanzengesellschaften in Nordrhein-Westfalen. In: Schriftenreihe der LÖBF/LAfAO **5**. Recklinghausen, S. 8-9

WALTER, H. (1986): Allgemeine Geobotanik - als Grundlage einer ganzheitlichen Ökologie. 3. Aufl. Stuttgart, 274 S.

WALTHER, G.-R. (2000): Climate forcing in the dispersal of exotic species. Phytocoenologia **30**(3-4). Berlin-Stuttgart, S. 409-430

WALTHER, G.-R., POST, E., CONVEY, P., MENZEL, A., PARMESAN, C., BEEBEE, T., FROMENTIN, J.-M., HOEGH-GULDBERG, O. & BAIRLEIN, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. Nature, Bd. **416**. S. 389-395

WEBER, H.E. (1999): *Rhamno-Prunetea* (H2A). Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Heft **5**. Göttingen, S. 1-96

WEISS, J. & SCHÜTZ, P. (1997): Effizienzkontrollen im Rahmen der Entwicklung von Industriebrachen. LÖBF-Mitteilungen **3**/97: S. 22-27

WEISS, J. (2003): "Industriewald Ruhrgebiet". Freiraumentwicklung durch Brachensukzession. LÖBF-Mitteilungen **1**/03: S. 55-59

WEISS, J., BURGHARDT, W., GAUSMANN, P., HAAG, R., HAEUPLER, H., HAMANN, M., LEDER, B., SCHULTE, A., & STEMPELMANN, I. (2005): Nature Returns to Abandoned Industrial Land: Monitoring Succession in Urban-Industrial Woodlands in the German Ruhr. In: KOWARIK, I. & KÖRNER, S. (Hrsg.): Wild Urban Woodlands. Heidelberg, pp. 143-162

WILMANNS, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie. 6. Aufl. Stuttgart, 479 S.

WIRTH, V. & DÜLL, R. (2000): Farbatlas Flechten und Moose. Stuttgart, 320 S.

WIRTH, V. (1980): Flechtenflora. Ökolog. Kennzeichnung u. Bestimmung d. Flechten Südwestdeutschlands u. angrenzender Gebiete. 1. Aufl. Stuttgart, 552 S.

WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen. Stuttgart, 765 S.

WITTIG, R. (1991): Ökologie der Großstadtflora. 2. Aufl. Stuttgart, 261 S.

WOLFF-STRAUB, R., BÜSCHER, D., DIEKJOBST, H., FASEL, P., FOERSTER, E., GÖDDE, R., JAGEL, A., KAPLAN, K., KOSLOWSKI, I., KUTZELNIGG, H., RAABE, U., SCHUMACHER, W., & VANBERG, Ch. (1999): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere, 3. Fassung. LÖBF-Schr.R.**17**. Recklinghausen, S. 75-171

9. Anhang

Anhang I

Gesamtsippenliste

Höhere Pflanzen

Nr.	Taxon	Deutscher Name	Lebensform	Status	Einwanderungszeit	Einwanderungsmodus	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westf. Tieflandsbucht
1	*Acer campestre*	Feld-Ahorn, Gewöhnlicher Maßholder	P	AG	NN	EPG	III	X	X
2	*Acer ginnala*	Mongolischer Steppenahorn	P	S	NN	EPG	I	X	X
3	*Acer platanoides*	Spitz-Ahorn	P	AG	N	EPG/AK	III	X	X
4	*Acer pseudoplatanus*	Berg-Ahorn	P	AG	N	EPG/AK	IV	X	X
5	*Acer pseudoplatanus 'Purpureum'*	Berg-Ahorn, Rotblättrige Form	P	AG	NN	EPG	I		X
6	*Acer saccharinum*	Silber-Ahorn	P	S	NN	EPG	I	X	
7	*Achillea millefolium* agg.	Artengruppe Wiesen-Schafgarbe	H	I			I	X	X
8	*Aegopodium podagraria*	Giersch	G	I			I		X
9	*Aesculus hippocastanum*	Gewöhnliche Roßkastanie	P	EÖ	N	EPG	I	X	X
10	*Agrimonia eupatoria*	Kleiner Odermennig	H	I			I		X
11	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras	H	I			II	X	X
12	*Agrostis stolonifera*	Weißes Straußgras	H	I			I		X
13	*Ailanthus altissima*	Götterbaum	P	AG	NN	EPG	I	X	
14	*Ajuga reptans 'Atropurpurea'*	Kriechender Günsel, Rotblättrige Form	H	S	NN	EPG	I		X
15	*Ajuga reptans* s.str.	Kriechender Günsel i.e.S.	H	I			I		X
16	*Alchemilla mollis*	Weicher Frauenmantel	H	S	NN	EPG	I		X
17	*Alliaria petiolata*	Gewöhnliche Knoblauchsrauke	H	I			I		X
18	*Alnus glutinosa*	Schwarz-Erle	P	I, S			I		X
19	*Alnus incana*	Grau-Erle	P	AG	N	EPG	I		X
20	*Amelanchier lamarckii*	Kupfer-Felsenbirne	P	AG	NN	EPG	I	X	X
21	*Arabidopsis thaliana*	Acker-Schmalwand	T	EÖ	A	AK	I		X
22	*Arenaria serpyllifolia*	Quendelblättriges Sandkraut	C	I			I	X	X
23	*Armoracia rusticana*	Meerrettich	G	EÖ	N	EPG	I		X
24	*Arrhenatherum elatius*	Glatthafer	H	AG	N	AK	I	X	X
25	*Artemisia vulgaris*	Gewöhnlicher Beifuß	H	I			I	X	X
26	*Athyrium filix-femina*	Frauenfarn	H	I			I		X
27	*Betula pendula*	Hänge-Birke, Weißbirke, Sand-Birke	P	I, S			V	X	X
28	*Betula × aurata*	Bastard-Birke, Gold-Birke	P	I			III	X	X
29	*Brachypodium sylvaticum*	Wald-Zwenke	H	I			I		X
30	*Bromus inermis*	Unbewehrte Trespe	H	AG	N	EPG/XE	I		X
31	*Bromus sterilis*	Taube Trespe	T	EÖ	A	XE	I		X
32	*Bromus tectorum*	Dach-Trespe	T	EÖ	N	XE	I	X	
33	*Bryonia dioica*	Rote Zaunrübe	Li	AG	N	XE	I	X	X
34	*Buddleya davidii*	Sommerflieder, Schmetterlingsstrauch	P	AG	NN	EPG	I	X	X
35	*Calamagrostis epigejos*	Land-Reitgras	G	I			II	X	X
36	*Calystegia sepium*	Zaun-Winde	Li	I			I		X
37	*Campanula rapunculus*	Rapunzel-Glockenblume	H	EÖ	N	XE/AK	I		X
38	*Capsella bursa-pastoris*	Gewöhnliches Hirtentäschelkraut	T	EÖ	A	XE	I		X
39	*Cardamine flexuosa*	Wald-Schaumkraut	T	I			I		X

Fortsetzung Anhang I

Nr.	Taxon	Deutscher Name	Lebensform	Status	Einwanderungszeit	Einwanderungsmodus	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westf. Tieflandsbucht
40	*Cardamine hirsuta*	Behaartes Schaumkraut	T	EÖ	N	XE	I	X	X
41	*Cardaminopsis arenosa*	Sand-Kresse	H	EÖ	NN	XE/AK	I		X
42	*Carduus acanthoides*	Weg-Distel, Stachel-Distel	H	AG	NN	XE/AK	I	X	
43	*Carex disticha*	Zweizeilige Segge	G	I			I		X
44	*Carex hirta*	Behaarte Segge	G	I			II	X	X
45	*Carex otrubae*	Falsche Fuchs-Segge	H	I			I		X
46	*Carex ovalis*	Hasenpfoten-Segge	H	I			I		X
47	*Carex pendula*	Hänge-Segge	H	S	NN	EPG	I		X
48	*Carex pilulifera*	Pillen-Segge	H	I			I		X
49	*Carex spicata*	Sperrfrüchtige Segge	H	I			I		X
50	*Carpinus betulus*	Gewöhnliche Hainbuche, Weißbuche	P	I			II	X	X
51	*Cerastium holosteoides* var. *vulgare*	Gewöhnliches Hornkraut	C	I			I	X	X
52	*Chaerophyllum temulum*	Taumel-Kälberkropf	H	I			I		X
53	*Chelidonium majus*	Großes Schöllkraut, Warzenkraut	H	AG	A	XE/AK	I	X	
54	*Circaea lutetiana*	Gewöhnliches Hexenkraut	G	I			I		X
55	*Cirsium arvense*	Acker-Kratzdistel	G	I			I	X	X
56	*Cirsium palustre*	Sumpf-Kratzdistel	H	I			I		X
57	*Cirsium vulgare*	Gewöhnliche Kratzdistel	H	I			I	X	X
58	*Clematis vitalba*	Weiße Waldrebe	Li	I, AG	NN	EPG	I	X	X
59	*Conyza canadensis*	Kanadisches Berufkraut	H	EÖ	N	XE	I	X	
60	*Cornus sanguinea*	Roter Hartriegel	P	I, AG	NN	EPG	III	X	X
61	*Cornus sericea* s.l.	Weißer Hartriegel	P	EÖ	NN	EPG	II	X	X
62	*Corylus avellana*	Hasel-Nuß	P	I			II	X	X
63	*Corylus maxima*	Lamberts-Nuß	P	S	NN	EPG	I		X
64	*Cotoneaster bullatus*	Runzlige Zwergmispel	P	S	NN	EPG	I	X	X
65	*Cotoneaster dielsianus*	Diel´s Zwergmispel	P	S	NN	EPG	I		X
66	*Cotoneaster divaricatus*	Sparrige Zwergmispel	P	EÖ	N	EPG	I	X	X
67	*Cotoneaster hjelmqvistii*	Hjelmqvist´s Zwergmispel	P	S	NN	EPG	I	X	X
68	*Cotoneaster horizontalis*	Fächer-Zwergmispel	P	EÖ	N	EPG	I	X	X
69	*Crataegus crus-galli*	Hahnendorn-Weißdorn	P	EÖ	N	EPG	I		X
70	*Crataegus monogyna* agg.	Artengruppe Eingriffliger Weißdorn	P	I, AG	NN	EPG	IV	X	X
71	*Dactylis glomerata*	Gewöhnliches Knäuelgras	H	I			II	X	X
72	*Daucus carota*	Wilde Möhre	H	I			I	X	X
73	*Deschampsia caespitosa*	Rasen-Schmiele	H	I			I		X
74	*Deschampsia flexuosa*	Draht-Schmiele	H	I			I		X
75	*Digitalis purpurea*	Roter Fingerhut	H	I			I	X	X
76	*Dryopteris carthusiana*	Dorniger Wurmfarn	H	I			I		X
77	*Dryopteris dilatata*	Breiter Wurmfarn	H	I			I		X
78	*Dryopteris filix-mas*	Männlicher Wurmfarn	H	I			II	X	X
79	*Duchesnea indica*	Indische Scheinerdbeere	H	AG	NN	EPG	I	X	
80	*Eleagnus angustifolia*	Schmalblättrige Ölweide	P	K			I	X	
81	*Epilobium angustifolium*	Schmalblättriges Weidenröschen	H	I			III	X	X
82	*Epilobium ciliatum*	Drüsiges Weidenröschen	H	AG	NN	XE/AK	II	X	X
83	*Epilobium hirsutum*	Zottiges Weidenröschen	H	I			I		X
84	*Epilobium montanum*	Berg-Weidenröschen	H	I			I	X	X
85	*Epilobium parviflorum*	Kleinblütiges Weidenröschen	H	I			I	X	X
86	*Epilobium tetragonum*	Vierkantiges Weidenröschen	H	I			I	X	X

Fortsetzung Anhang I

Nr.	Taxon	Deutscher Name	Lebensform	Status	Einwanderungszeit	Einwanderungsmodus	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westf. Tieflandsbucht
87	*Epipactis helleborine*	Breitblättrige Sumpfwurz	G	I			II	X	X
88	*Equisetum arvense*	Acker-Schachtelhalm, Zinnkraut	G	I			I		X
89	*Erigeron annuus* s.l.	Einjähriges Berufkraut	H	EÖ	NN	AK	I	X	
90	*Euonymus europaeus*	Gewöhnliches Pfaffenhütchen	P	I			I		X
91	*Eupatorium cannabinum*	Gewöhnlicher Wasserdost	H	I			I	X	X
92	*Fagus sylvatica*	Rot-Buche	P	I			I		X
3	*Fallopia japonica*	Japanischer Staudenknöterich	G	AG	NN	EPG	I		X
94	*Festuca arundinacea* s.l.	Rohr-Schwingel	H	EÖ	NN	AK	I		X
95	*Festuca pratensis*	Wiesen-Schwingel	H	I			I		X
96	*Fragaria vesca*	Wald-Erdbeere	H	I			I		X
97	*Fragaria × ananassa*	Garten-Erdbeere	H	S	NN	EPG	I		X
98	*Fraxinus excelsior*	Gewöhnliche Esche	P	I			IV	X	X
99	*Galeopsis tetrahit*	Stechender Hohlzahn	T	I			I	X	X
100	*Galium album* s.l.	Weißes Labkraut	H	I			I	X	
101	*Galium aparine*	Kleb-Labkraut, Klettkraut	Li	I			II		X
102	*Geranium robertianum*	Stinkender Storchschnabel	H	I			I	X	X
103	*Geum urbanum*	Stadt-Nelkenwurz	H	I			I		X
104	*Glechoma hederacea*	Gewöhnlicher Gundermann	H	I			I	X	X
105	*Hedera helix*	Gewöhnlicher Efeu	Li	I			I	X	X
106	*Hieracium aurantiacum* s.str.	Orangefarbenes Habichtskraut	H	EÖ	N	EPG	I		X
107	*Hieracium lachenalii* agg.	Artengruppe Gewöhnl. Habichtskraut	H	I			I	X	X
108	*Hieracium pilosella*	Mausohr-Habichtskraut	H	I			I		X
109	*Hieracium piloselloides* agg.	Artengruppe Florentiner Habichtskraut	H	EÖ	NN	AK	I	X	X
110	*Hieracium sabaudum* agg.	Artengruppe Savojer Habichtskraut	H	I			I	X	X
111	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras	H	I			III	X	X
112	*Humulus lupulus*	Gewöhnlicher Hopfen	Li	I			I	X	X
113	*Hypericum maculatum*	Geflecktes Johanniskraut	H	I			I		X
114	*Hypericum perforatum*	Tüpfel-Johanniskraut	H	I			II	X	X
115	*Hypericum × desetangsii*	Desetang´s Johanniskraut	H	I			I	X	
116	*Ilex aquifolium*	Gewöhnliche Stechpalme	P	I			I	X	X
117	*Inula conyzae*	Dürrwurz-Alant, Dürrwurz	H	I			I	X	X
118	*Juncus effusus*	Flatter-Binse	H	I			I		X
119	*Juncus inflexus*	Blaugrüne Binse	H	I			I		X
120	*Juncus tenuis*	Zarte Binse	H	EÖ	NN	XE	I		X
121	*Kerria japonica*	Japanische Goldranunkel	P	K			I	X	
122	*Lactuca serriola*	Kompass-Lattich, Stachel-Lattich	H	EÖ	N	XE/AK	I	X	
123	*Lamium album*	Weiße Taubnessel	H	AG	A	XE/AK	I		X
124	*Lamium argentatum*	Silberblättrige Goldnessel	C	AG	N	EPG	I		X
125	*Lamium maculatum*	Gefleckte Taubnessel	H	I			I		X
126	*Lathyrus pratensis*	Wiesen-Platterbse	Li	I			I		X
127	*Ligustrum ovalifolium*	Ovalblättriger Liguster	P	S	NN	EPG	I	X	X
128	*Ligustrum vulgare*	Gewöhnlicher Liguster	P	I			II	X	X
129	*Linaria vulgaris*	Gewöhnliches Leinkraut	H	I			I	X	X
130	*Lolium perenne*	Engl. Raygras, Deutsches Weidelgras	H	I			I		X
131	*Lonicera ledebourii*	Ledebour´s Heckenkirsche	P	S	NN	EPG	I		X
132	*Lonicera periclymenum*	Wald-Geißblatt	Li	I			I		X
133	*Lonicera tatarica*	Tatarische Heckenkirsche	P	S	NN	EPG	I		X

Fortsetzung Anhang I

Nr.	Taxon	Deutscher Name	Lebensform	Status	Einwanderungszeit	Einwanderungsmodus	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westf. Tieflandsbucht
134	*Lonicera xylosteum*	Rote Heckenkirsche	P	S	N	EPG	II	X	X
135	*Lotus corniculatus* convar. *sativus*	Saat-Hornklee	H	K			I		X
136	*Luzula multiflora*	Vielblütige Hainsimse	H	I			I		X
137	*Lycopus europaeus*	Ufer-Wolfstrapp	H	I			I		X
138	*Lysimachia nummularia*	Pfennig-Gilbweiderich	C	EÖ	NN	EPG	I		X
139	*Lysimachia vulgaris*	Gewöhnlicher Gilbweiderich	H	I			I		X
140	*Mahonia aquifolium*	Gewöhnliche Mahonie	P	EÖ	N	EPG	I	X	X
141	*Malus domestica*	Kultur-Apfel	P	EÖ	N	EPG	I		X
142	*Malus toringo*	Toringo-Apfel	P	EÖ	NN	EPG	I		X
143	*Medicago lupulina*	Gewöhnlicher Hopfenklee	T	I			I	X	X
144	*Moehringia trinervia*	Dreinervige Nabelmiere	H	I			I		X
145	*Mycelis muralis*	Mauer-Lattich	H	I			I		X
146	*Myosotis arvensis*	Acker-Vergißmeinnicht	T	I			I		X
147	*Oenothera parviflora* agg.	Artengruppe Kleinblütige Nachtkerze	H	AN/EÖ	NN	XE/AK	I	X	X
148	*Oenothera* × *issleri*	Issler´s Nachtkerze	H	EÖ	NN	XE/AK	I	X	
149	*Parthenocissus inserta*	Fünfzähliger Wein	Li	AG	NN	EPG	I		X
150	*Pastinaca sativa* var. *pratensis*	Gewöhnlicher Pastinak	H	EÖ	N	XE/AK	I	X	X
151	*Paulownia tomentosa*	Blauglockenbaum	P	S	N	EPG	I		X
165	*Persicaria amphibia* mod. *terrestre*	Wasserknöterich, Landmodus	G	I			I		X
152	*Philadelphus*-Hybride	Pfeifenstrauch-Hybride	P	S	NN	EPG	I		X
153	*Phleum pratense*	Gewöhnliches Lieschgras	H	I			I		X
154	*Phragmites australis*	Schilfrohr, Schilf	G	I			I		X
155	*Picea abies*	Fichte, Rottanne	P	EÖ	NN	EPG	I		X
156	*Pinus sylvestris*	Wald-Kiefer, Föhre	P	EÖ	N	EPG	I	X	
157	*Plantago lanceolata*	Spitz-Wegerich	H	I			I		X
158	*Poa angustifolia*	Schmalblättriges Rispengras	H	I			II	X	X
159	*Poa annua*	Einjähriges Rispengras	T	I			I		X
160	*Poa compressa*	Platthalm-Rispengras	H	EÖ	A	XE	I	X	X
161	*Poa nemoralis*	Hain-Rispengras	H	I			I		X
162	*Poa palustris*	Sumpf-Rispengras	H	I			I		X
163	*Poa pratensis* s.str.	Wiesen-Rispengras i.e.S.	H	I			II	X	X
164	*Poa trivialis*	Gewöhnliches Rispengras	H	I			I		X
166	*Polystichum aculeatum*	Dorniger Schildfarn	H	I			I		X
167	*Populus alba*	Silber-Pappel	P	S	NN	EPG	I	X	X
168	*Populus maximowiczii*-Hybride	Balsam-Pappel-Hybride	P	AN			I	X	X
169	*Populus nigra* cf. '*Italica*'-Hybride	Pyramiden-Pappel-Hybride	P	AN			I	X	X
170	*Populus tremula*	Zitter-Pappel	P	I			II	X	X
171	*Potentilla reptans*	Kriechendes Fingerkraut	H	I			I		X
172	*Prunella vulgaris*	Kleine Braunelle	H	I			I		X
173	*Prunus avium*	Vogel-Kirsche	P	I, S			III	X	X
174	*Prunus cerasus*	Sauer-Kirsche	P	S	N	EPG	I		X
175	*Prunus mahaleb*	Felsenkirsche, Steinweichsel	P	S	N	EPG	I		X
176	*Prunus padus*	Trauben-Kirsche	P	I, S			II		X
177	*Prunus serotina*	Spätblühende Traubenkirsche	P	AG	NN	EPG/AK	III	X	X
178	*Prunus spinosa*	Schlehe, Schwarzdorn	P	I			I		X
179	*Pseudofumaria lutea*	Gelber Lerchensporn	H	EÖ	NN	EPG	I	X	
180	*Pteridium aquilinum*	Adlerfarn	G	I			I		X

Fortsetzung Anhang I

Nr.	Taxon	Deutscher Name	Lebensform	Status	Einwanderungszeit	Einwanderungsmodus	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westf. Tieflandsbucht
181	*Pyracantha coccinea*	Gewöhnlicher Feuerdorn	P	S	NN	EPG	I		X
182	*Pyrola minor*	Kleines Wintergrün	H	I			I		X
183	*Pyrus communis*	Kultur-Birne	P	E	N	EPG	I	X	X
184	*Quercus cerris*	Zerr-Eiche	P	S	N	EPG/XE	I		X
185	*Quercus petraea*	Trauben-Eiche	P	zw.			I		X
186	*Quercus robur*	Stiel-Eiche	P	I, S			V	X	X
187	*Quercus rubra*	Rot-Eiche	P	S	N	EPG	II		X
188	*Quercus × rosacea*	Gewöhnliche Bastardeiche	P	I			I		X
189	*Ranunculus repens*	Kriechender Hahnenfuß	H	I			I	X	X
190	*Rhamnus cathartica*	Gewöhnlicher Kreuzdorn	P	I			I	X	X
191	*Rhus hirta*	Essigbaum, Hirschkolben-Sumach	P	S	NN	EPG/XE	I	X	X
192	*Ribes alpinum*	Alpen-Johannisbeere	P	E	N	EPG	I		X
193	*Ribes nigrum*	Schwarze Johannisbeere	P	I			I		X
194	*Ribes rubrum*	Rote Johannisbeere	P	AG	N	EPG	II	X	X
195	*Ribes uva-crispa*	Gewöhnliche Stachelbeere	P	AG	N	EPG	I	X	X
196	*Robinia pseudacacia*	Robinie, Scheinakazie	P	AG	NN	EPG	I	X	X
197	*Rosa* cf. *canina*	Hunds-Rose	P	I, S	NN	EPG	III	X	X
198	*Rosa glauca*	Rotblättrige Rose	P	S	NN	EPG	I	X	X
199	*Rosa multiflora*	Vielblütige Rose	P	S	NN	EPG	I		X
200	*Rosa rubiginosa*	Wein-Rose	P	EÖ	NN	EPG	II	X	X
201	*Rubus armeniacus*	Armenische Brombeere, Garten-B.	P	AG	N	EPG	III	X	X
202	*Rubus caesius*	Kratzbeere	P	I			I		X
203	*Rubus camptostachys*	Wimper-Haselblattbrombeere	P	I			II	X	X
204	*Rubus elegantispinosus*	Schlankstachelige Brombeere	P	I			III	X	X
205	*Rubus* div. spec.	Brombeeren div. spec.	P	I			I	X	X
206	*Rubus gratus*	Angenehme Brombeere	P	I			I		X
207	*Rubus idaeus*	Himbeere	P	I			I	X	X
208	*Rubus laciniatus*	Schlitzblättrige Brombeere	P	S	N	EPG	I	X	X
209	*Rubus macrophyllus*	Großblättrige Brombeere	P	I			I	X	X
210	*Rubus pyramidalis*	Pyramiden-Brombeere	P	I			III	X	X
211	*Rubus rudis*	Raue Brombeere	P	I			I		X
212	*Rubus sprengelii*	Sprengel´s Brombeere	P	I			I		X
213	*Rubus vestitus*	Samt-Brombeere	P	I			I		X
214	*Rumex crispus*	Krauser Ampfer	H	I			I	X	X
215	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Ampfer	H	I			I		X
216	*Rumex × pratensis*	Wiesen-Ampfer	H	I			I		X
217	*Salix alba*	Silber-Weide	P	I			I	X	X
218	*Salix aurita*	Öhrchen-Weide	P	I			I		X
219	*Salix caprea*	Sal-Weide	P	I, S			V	X	X
220	*Salix fragilis*	Knack-Weide, Bruch-Weide	P	I			I		X
221	*Salix × capreola*	*Salix aurita × Salix caprea*	P	I			I		X
222	*Salix × dasyclados*	Filzast-Weide	P	K			I		X
223	*Salix × multinervis*	Vielnervige Weide	P	I			I		X
224	*Salix × reichardtii*	*Salix caprea × Salix cinerea*	P	I			I	X	X
225	*Salix × rubens*	Pfahl-Weide	P	I			I		X
226	*Salix × smithiana*	*Salix caprea × Salix viminalis*	P	I			I		X
227	*Sambucus ebulus*	Zwerg-Holunder, Attich	H	EÖ	N	EPG/AK	I		X
228	*Sambucus nigra*	Schwarzer Holunder	P	I			III	X	X

Fortsetzung Anhang I

Nr.	Taxon	Deutscher Name	Lebensform	Status	Einwanderungszeit	Einwanderungsmodus	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westf. Tieflandsbucht
229	*Sambucus nigra* var. *laciniata*	Schw. Holunder, Schlitzblättrige Form	P	EÖ	NN	EPG	I	X	X
230	*Sambucus racemosa*	Trauben-Holunder	P	I			I		X
231	*Saponaria officinalis*	Echtes Seifenkraut	H	EÖ	A	EPG/AK	I	X	X
232	*Sasa* spec.	Bambus-Art	H	S	NN	EPG	I		X
233	*Scrophularia auriculata*	Wasser-Braunwurz	H	I			I		X
234	*Scrophularia nodosa*	Knoten-Braunwurz	H	I			I	X	X
235	*Sedum acre*	Scharfer Mauerpfeffer	C	I			I	X	
236	*Senecio erucifolius*	Raukenblättriges Greiskraut	H	I			I	X	X
237	*Senecio inaequidens*	Schmalblättriges Greiskraut	H	EÖ	NN	XE	I	X	X
238	*Senecio jacobaea*	Jakobs-Greiskraut	H	I			I		X
239	*Solanum dulcamara*	Bittersüßer Nachtschatten	Li	I			I	X	X
240	*Solanum nigrum*	Schwarzer Nachtschatten	T	EÖ	A	EPG/XE	I		X
241	*Solidago canadensis*	Kanadische Goldrute	G	AG	NN	EPG	I		X
242	*Solidago gigantea*	Späte Goldrute	G	AG	NN	EPG	II	X	X
243	*Sonchus asper*	Raue Gänsedistel	T	EÖ	A	XE	I		X
244	*Sorbus aucuparia*	Eberesche, Vogelbeerbaum	P	I			IV	X	X
245	*Sorbus intermedia*	Schwedische Mehlbeere	P	S	N	EPG	I	X	X
246	*Stachys sylvatica*	Wald-Ziest	H	I			I		X
247	*Stellaria media* agg.	Artengruppe Vogelmiere	T	EÖ	A	XE/AK	I		X
248	*Symphoricarpos albus*	Schneebeere, Knallerbse	P	S	NN	EPG	I	X	X
249	*Tanacetum vulgare*	Gewöhnlicher Rainfarn	H	I			I	X	X
250	*Taraxacum* div. spec.	Löwenzahn div. spec.	H	I			II	X	X
251	*Taxus baccata*	Eibe	P	AG	NN	EPG	I	X	X
252	*Tilia cordata*	Winter-Linde	P	AG	N	EPG	I	X	X
253	*Tilia platyphyllos* ssp. *grandifolia*	Sommer-Linde	P	AG	N	EPG	I		X
254	*Tilia* × *europaea* 'Pallida'	Kaiser-Linde	P	S	NN	EPG	I		X
255	*Tussilago farfara*	Huflattich	G	I			I	X	X
256	*Ulmus glabra*	Berg-Ulme	P	zw.			I		X
257	*Ulmus* × *hollandica*	Holländische Ulme	P	EÖ	N	EPG	I		X
258	*Urtica dioica*	Große Brennessel	H	I			III	X	X
259	*Verbascum blattaria*	Schabenkraut-Königskerze	H	EÖ	NN	XE	I		X
260	*Verbascum thapsus*	Kleinblütige Königskerze	H	I			I	X	
261	*Veronica arvensis*	Feld-Ehrenpreis	T	EÖ	A	XE/AK	I		X
262	*Veronica officinalis*	Echter Ehrenpreis	C	I			I		X
263	*Veronica serpyllifolia*	Quendelblättriger Ehrenpreis	H	I			I		X
264	*Viburnum lantana*	Wolliger Schneeball	P	S	N	EPG	I	X	X
265	*Viburnum opulus*	Gewöhnlicher Schneeball	P	I, S	NN	EPG	I	X	X
266	*Vicia angustifolia*	Schmalblättrige Wicke	Li	EÖ	A	XE/AK	I		X
267	*Vicia cracca*	Vogel-Wicke	Li	I			I		X
268	*Vicia hirsuta*	Behaarte Wicke	Li	EÖ	A	XE	I		X
269	*Vicia tetrasperma*	Viersamige Wicke	Li	EÖ	N	XE	I		X
270	*Viola arvensis*	Acker-Stiefmütterchen	T	EÖ	A	XE	I		X
271	*Viola riviniana* s.l.	Hain-Veilchen i.w.S.	H	I			I	X	X

Fortsetzung Anhang I

Niedere Pflanzen

Nr.	Taxon	Deutscher Name	Lebensform	Status	Einwanderungszeit	Einwanderungsmodus	Stetigkeitsklasse	Niederrh. Tiefland	Westf. Tieflandsbucht
272	*Amblystegium serpens*	Stumpfdeckelmoos	C	I			I		X
273	*Atrichum undulatum*	Wellenblättriges Katharinenmoos	H	I			II	X	X
274	*Brachythecium rutabulum*	Krücken-Kurzbüchsenmoos	C	I			V	X	X
275	*Calliergonella cuspidata*	Spitzblättriges Spießmoos	C	I			I		X
276	*Campylopus introflexus*	Langhaariges Krummstielmoos	C	AG	NN	AK	I		X
277	*Cladonia coniocrea*	Gewöhnliche Säulenflechte	Tha	I			I		X
278	*Cladonia fimbriata*	Gewöhnliche Trompetenflechte	Tha	I			I	X	
279	*Climacium dendroides*	Bäumchenmoos, Leitermoos	C	I			I		X
280	*Dicranella heteromalla*	Einseitswendiges Kleingabelzahnmoos	C	I			I		X
281	*Eurhynchium praelongum*	Langgestrecktes Schönschnabelmoos	C	I			I		X
282	*Fissidens taxifolius*	Eibenblättriges Spaltzahnmoos	H	I			I		X
283	*Hypnum cupressiforme*	Zypressenförmiges Schlafmoos	C	I			I		X
284	*Peltigera* spec.	Schuppenflechten-Art	Tha	I			I	X	X
285	*Polytrichum formosum*	Wald-Haarmützenmoos	H	I			I	X	X
286	*Polytrichum juniperinum*	Wacholdermoos	H	I			I		X
287	*Polytrichum piliferum*	Glashaar-Haarmützenmoos	H	I			I	X	
288	*Rhytidiadelphus squarrosus*	Sparriges Kranzmoos	C	I			I		X
289	*Rhytidiadelphus triquetrus*	Großes Kranzmoos	C	I			I		X
290	*Scleropodium purum*	Grünstängelmoos	C	I			I	X	X
291	*Thuidium tamariscinum*	Tamariskenblättriges Thujamoos	C	I			I		X
292	*Tortula muralis*	Mauer-Drehzahnmoos	C	I			I		X

Abküzungsverzeichnis Anhang I:

Lebensformen:

C = Chamaephyt
G = Geophyt
H = Hemikryptophyt
Li = Liane
P = Phanerophyt
T = Therophyt
Tha = Thallophyt

Status:

A = Archäophyt
AG = Agriophyt
AK = Akolutophyt
AN = Anökophyt
E = Ephemerophyt
EÖ = Epökophyt
EPG = Ergasiophygophyt
I = Indigenophyt
N = Neophyt
NN = Industriophyt
S = Spontaneosynanthrop
XE = Xenophyt
zw. = Indigenat zweifelhaft

Anhang II

Stetigkeiten und Nutzung der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Baumsippen

Rang	Taxon	Stetigkeits-klasse	Absolute Häufigkeit	Lebens-mittel	Zier-pflanze	Forstliche Nutzung
1	*Betula pendula*	V	120		X	
2	*Quercus robur*	V	103		X	X
3	*Salix caprea*	V	101		X	
4	*Sorbus aucuparia*	IV	86		X	
5	*Acer pseudoplatanus*	IV	82		X	X
6	*Fraxinus excelsior*	IV	78		X	X
7	*Acer campestre*	III	66		X	
8	*Betula* × *aurata*	III	61			
9	*Prunus serotina*	III	60		X	X
10	*Prunus avium*	III	54		X	X
11	*Acer platanoides*	III	50		X	X
12	*Quercus rubra*	II	39		X	X
13	*Carpinus betulus*	II	37		X	X
14	*Populus tremula*	II	31		X	
15	*Prunus padus*	II	26		X	
16	*Acer pseudoplatanus 'Purpureum'*	I	18		X	
17	*Robinia pseudoacacia*	I	17		X	X
18	*Salix alba*	I	16		X	
	Salix × *reichardtii*	I	16			
19	*Alnus glutinosa*	I	13		X	X
20	*Alnus incana*	I	11		X	
	Populus nigra cf. '*Italica*'-Hybride	I	11			
	Sorbus intermedia	I	11		X	
21	*Populus maximowiczii*-Hybride	I	10			
22	*Salix* × *capreola*	I	9			
23	*Aesculus hippocastanum*	I	8		X	
	Tilia cordata	I	8		X	
24	*Quercus cerris*	I	7		X	
	Quercus petraea	I	7		X	X
	Salix × *dasyclados*	I	7		X	
25	*Fagus sylvatica*	I	6		X	X
	Populus alba	I	6		X	
	Taxus baccata	I	6		X	X
	Tilia × *europaea 'Pallida'*	I	6		X	
26	*Malus domestica*	I	5	X		
27	*Prunus cerasus*	I	4	X		
	Quercus × *rosacea*	I	4			X
28	*Acer ginnala*	I	3		X	
29	*Malus toringo*	I	2	X		
	Prunus mahaleb	I	2		X	
	Pyrus communis	I	2	X		
	Tilia platyphyllos ssp. *grandifolia*	I	2		X	
	Ulmus glabra	I	2		X	X
30	*Acer saccharinum*	I	1		X	
	Ailanthus altissima	I	1		X	
	Paulownia tomentosa	I	1		X	
	Picea abies	I	1		X	X
	Pinus sylvestris	I	1		X	X
	Salix fragilis	I	1			
	Salix × *multinervis*	I	1			
	Salix × *rubens*	I	1			
	Salix × *smithiana*	I	1		X	
	Ulmus × *hollandica*	I	1		X	
	∑ 53			**∑ 4**	**∑ 40**	**∑ 17**

Anhang III

Stetigkeiten und Nutzung der in den Untersuchungsflächen nachgewiesenen Sträucher, Scheinsträucher und verholzenden Lianen

Rang	Taxon	Stetigkeits-klasse	Lebensmittel	Zierpflanze	Forstliche Nutzung
1	*Crataegus monogyna* agg.	IV		X	
2	*Cornus sanguinea*	III		X	
3	*Sambucus nigra*	III	X	X	
4	*Rubus elegantispinosus*	III			
5	*Rubus armeniacus*	III	X	X	
6	*Rosa* cf. *canina*	III		X	
7	*Rubus pyramidalis*	III			
8	*Ribes rubrum*	II	X	X	
9	*Corylus avellana*	II	X	X	X
10	*Cornus sericea* s.l.	II		X	
11	*Ligustrum vulgare*	II		X	
12	*Rubus camptostachys*	II			
13	*Lonicera xylosteum*	II		X	
14	*Rosa rubiginosa*	II		X	
15	*Buddleya davidii*	I		X	
16	*Amelanchier lamarckii*	I	X	X	
17	*Crataegus crus-galli*	I		X	
18	*Euonymus europaeus*	I		X	
19	*Ribes uva-crispa*	I	X	X	
	Viburnum lantana	I		X	
	Viburnum opulus	I		X	
20	*Clematis vitalba*	I		X	
21	*Rubus fruticosus* agg.	I			
22	*Cotoneaster bullatus*	I		X	
23	*Cotoneaster divaricatus*	I		X	
	Rubus idaeus	I	X	X	
24	*Philadelphus*-Hybride	I		X	
25	*Solanum dulcamara*	I			
26	*Ilex aquifolium*	I		X	X
	Rhamnus cathartica	I		X	
27	*Ligustrum ovalifolium*	I		X	
28	*Mahonia aquifolium*	I		X	
	Ribes nigrum	I	X	X	
	Rubus sprengelii	I			
29	*Pyracantha coccinea*	I		X	
	Sambucus racemosa	I		X	
	Symphoricarpos albus	I		X	
30	*Cotoneaster horizontalis*	I		X	
	Rhus hirta	I		X	
	Rosa multiflora	I		X	
	Rubus caesius	I			
	Rubus gratus	I			
	Rubus laciniatus	I		X	
	Rubus macrophyllus	I			
	Salix aurita	I			
31	*Hedera helix*	I		X	
	Prunus spinosa	I	X	X	

Fortsetzung Anhang III

Rang	Taxon	Stetigkeits-klasse	Lebensmittel	Zierpflanze	Forstliche Nutzung
	Ribes alpinum	I		X	
31	*Sambucus nigra* var. *laciniata*	I		X	
32	*Cotoneaster dielsianus*	I		X	
	Cotoneaster hjelmqvistii	I		X	
	Lonicera tatarica	I		X	
	Parthenocissus inserta	I		X	
	Rosa glauca	I		X	
33	*Corylus maxima*	I		X	
	Eleagnus angustifolia	I		X	
	Kerria japonica	I		X	
	Lonicera ledebourii	I		X	
	Lonicera periclymenum	I			
	Rubus rudis	I			
	Rubus vestitus	I			
	∑ 61		**∑ 9**	**∑ 48**	**∑ 2**

Anhang IV: Anteil der Indigenen und Anthropochoren in den Untersuchungsflächen in %

Untersuchungs-fläche	Indigenophyten	Archäophyten	Neophyten	Industriophyten
DN	57,5	2,13	12,8	27,7
SI	53,2	1,61	16,1	29
ST	64,1	1,28	11,5	23,1
HM	62,5	3,12	15,6	18,8
VO	64,8	2,82	15,5	16,9
Z	62,6	0,81	14,6	22
BI	73,4	0	10,9	15,6
A	64,3	1,75	14	19,9
R	71	3,22	11,8	14
H	78,8	0	6,06	15,2
WP	56,4	2,97	14,9	25,7
LO	67,8	0	6,78	25,4
PL	66,7	2,02	11,1	20,2
MC	63	1,85	13	22,2
CO	74	2	8	16
FG	78	4	4	14
VI	70,3	1,56	14,1	14,1
MO	60,3	0	19,1	20,6

Anhang V:Lage der Untersuchungsflächen in Messtischblättern (TK 25)

MTB	Quadrant	Viertel-quadrant	Untersuchungsfläche
4506	2	1	Landschaftspark DU-Nord
4606	2	3	Sinteranlage DU-Beek
4407	3	4	Zeche Sterkrade
4507	1	2	Zeche Hausmannsfeld
4507	1	2	Zeche Vondern
4508	1	1	Zeche Zollverein
4408	4	1	Zeche Graf Bismarck
4408	4	4	Zeche Alma
4508	2	1	Zeche Rheinelbe
4509	1	4	Westpark Bochum / Jahrhunderthalle
4409	3	3	Zeche Hannover
4408	4	2	Zeche Pluto
4409	3	4	Zeche Lothringen
4409	4	1	Zeche Mont-Cenis
4409	3	4	Zeche Constantin der Große
4409	2	3	Zeche Friedrich der Große
4409	2	2	Zeche Victor
4411	2	2	Zeche Monopol

Abkürzungsverzeichnis Anhang VI:

Untersuchungsflächen:

A	=	Zeche Alma
BI	=	Zeche Graf Bismarck I/IV
CO	=	Zeche Constantin der Große IV/V
DN	=	Landschaftspark Duisburg-Nord
FG	=	Zeche Friedrich der Große
H	=	Zeche Hannover
HM	=	Zeche Hausmannsfeld
LO	=	Zeche Lothringen III/IV
MC	=	Zeche Mont-Cenis III
MO	=	Zeche Monopol
PL	=	Zeche Pluto VII
R	=	Zeche Rheinelbe
SI	=	Sinteranlage Duisburg-Beek
ST	=	Zeche Sterkrade
V	=	Zeche Vondern
VI	=	Zeche Victor III/IV
WP	=	Westpark / Jahrhunderthalle
Z	=	Zeche Zollverein XII

Ausgangssubstrat:

Ba	=	Bauschutt
Be	=	Berge
Kok	=	Kokereischlamm
KS	=	Kalksteinschotter
Sch	=	Schlacke
So	=	Basaltschotter

Vegetationsschichten:

1.B	=	1. Baumschicht
2.B	=	2. Baumschicht
S	=	Strauchschicht
K	=	Krautschicht
M	=	Moosschicht
F	=	Flechtenschicht

Charakterarten:

KC	=	Klassencharakterart
OC	=	Ordnungscharakterart
VC	=	Verbandscharakterart
AC	=	Assoziationscharakterart

Danksagung

Für wertvolle Informationen über Flächen im westlichen Ruhrgebiet (Duisburg, Oberhausen) bedanke ich mich recht herzlich bei Herrn Dr. Peter Keil von der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet, für Hinweise auf brauchbare Untersuchungsflächen im östlichen Ruhrgebiet (Castrop-Rauxel, Kamen) lieferte Herr Dipl.-Geogr. Götz H. Loos wertvolle Informationen. Diesen beiden Herren möchte ich auch für die Hilfe bei der Bestimmung kritischer Taxa danken. Für die Bereitstellung der Data-Logger bedanke ich mich recht herzlich beim Geographischen Institut sowie Dr. Dirk Wollesen (Bochum). Bei Herrn Andre Stepaniak (Herne) bedanke ich mich für den Zusammenbau der verwendeten Data-Logger. Für die Bestimmung der Moos-Belege sowie die Verbreitungskarte von *Rhytidiadelphus triquetrus* bedanke ich mich recht herzlich bei Herrn Dr. Carsten Schmidt (Dorsten). Herr Dr. Armin Jagel (Bochum) war so freundlich, mir die in dieser Diplom-Arbeit verwendeten Verbreitungskarten aus dem Datensatz der floristischen Kartierung Nordrhein-Westfalens zur Verfügung zu stellen. Für Hilfe bei der Erstellung der Übersichtskarte mit ArcGIS bedanke ich mich bei Herrn Dr. Randolph Kricke (Oberhausen) von der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet. Für die freundliche Überlassung des Themas der vorliegenden Arbeit bedanke ich mich recht herzlich bei Herrn Prof. Dr. T. Schmitt (Bochum), für wertvolle Hinweise zur Datenerhebung und Methodik gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Henning E. Haeupler (Bochum). Ihnen möchte ich auch in besonderem Maße für die Lehre bezüglich des Wissens und der Kenntnis über die mitteleuropäische Flora und Vegetation danken.

Und natürlich gilt mein Dank meiner Familie, die mich während dieser Diplom-Arbeit sowie des gesamten Studiums in jeder erdenklichen Art und Weise unterstützt hat.

Schriftliche Versicherung nach § 20 (7) DPO:

Hiermit versichere ich, dass die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie Zitate kenntlich gemacht wurden [gemäss § 20 (7) Diplomprüfungsordnung Geographie vom 11.09.1995]. Desweiteren stammt das gesamte in der vorliegenden Arbeit verwendete Fotomaterial vom Bearbeiter, so dass eine Verletzung von Urheberrechten ausgeschlossen werden kann.

Herne, den 05.01.2006

Peter Gausmann